4

DE

MEDULLAE SPINALIS AVIUM TEXTURA.

DISSERTATIO INAUGURALIS

QUAM

CONSENSU ET AUCTORITATE

GRATIOSI MEDICORUM ORDINIS

IN

UNIVERSITATE LITERARUM CÆSAREA

DORPATENSI

AD GRADUM

DOCTORIS MEDICINÆ

RITE ADIPISCENDUM

LOCO CONSUETO PUBLICE DEFENDET

AUCTOR

Adolphus Metzler.

Accedit tabula lithographica.

DORPATI LIVONORUM.

TYPIS VIDUAE J. C. SCHÜNMANNI ET C. MATTIESENI.

MDCCCLV.

I m p r i m a t u r

haec dissertatio, ea conditione, ut, simulac typis fuerit excusa, numerus exemplorum lege praescriptus collegio tradatur ad libros explorandos constituto.

Dorpati Livon. die 6. mens. Aprilis a. MDCCCLV.

№ 84.

Dr. **Samson,**
ord. med. h. t. Decanus.

VIRO HONORATISSIMO

EDUCATORI ET ALTORI OPTIMO CARISSIMO

CAROLO REINTHAL

PIO GRATOQUE ANIMO

AUCTOR.

Praefatio.

Hoc ultimo triennio quum in instituto physiologico universitatis Dorpatensis medulla spinalis, qualem tres animalium vertebratorum ordines, nempe mammalia, pisces, amphibia, offerunt, perquisita esset, easdem investigationes in ultimo quoque ordine, nimirum in avibus, instituí aptum atque necessarium esse videbatur. Etenim nisi disquisitionibus in diversorum ordinum animalibus repetitis sperari non potest, fore ut scrutationum eventum quodammodo certum adipiscamur, observationum complexu demum perspicuam structurae anatomicae medullae spinalis imaginem offerente. Quo si perventum erit, idoneum habebimus fundamentum, quo innixi physiologicas hujus organi functiones perspicere queamus.

Ad inquirendi methodum a me adhibitam quod attinet, ad ea, quae in prioribus commentationibus ab aliis de medulla spinali in medium prolatis exposita sunt, non habeo, quod adjiciam. Observationes meas maxima ex parte in medulla spinali anserina institui, ex qua et descriptiones et delineationes repetivi. Praeterea et

galli domestici, cornicis, corvi monedulae medullam spinalem pervestigavi, in nulla tamen majoris momenti diversitatibus repertis.

Largas de medulla spinali literas in dissertatione mea non respiciendas esse censui, partim quod inutile est visum, omnes libros omnesque sententias, saepenumero jam allata ideoque satis nota, denuo afferri, eoque enarrationis perspicuitati et simplicitati offici, partim quia de avium medulla spinali nullae hucusque perscrutationes sunt institutae.

Has studiorum primitias in publicum emittens, non possum, quin maximas gratias praeceptori veneratissimo, professori illustrissimo Dr. *Bidder* persolvam, cujus auxilio benevolentissimo mihi contigit, ut inceptum meum peragerem. Qui non solum, dum investigationes meas factitabam, via recta me ducebat, verum etiam, quum ob multas difficultates, quae in scrutando mihi obviae erant, prosperum coepti exitum jam desperarem, et amicissime mihi animum addebat et in superandis difficultatibus strenue me adjuvabat.

Caput I.

Medullae spinalis anatomia generalis.

In avibus medulla spinalis totam cavi vertebralis longitudinem, inde a foramine occipitali usque ad extremum ossis coccygis finem, explet. In quo canali posita medulla spinalis dura matre laxe involuta est, in qua quidem, si canalem spinalem a parte postica arcubus vertebralibus eximendis aperueris, vas venosum magnum, per totam medullae spinalis longitudinem in linea media decurrens, conspicitur.

Avium quoque medulla spinalis duas intumescentias offert, quarum superior intumescentia cervicalis nominatur, altera inferior, in ceteris quidem animalibus lumbaris dicta, in avibus tamen, quum intra ipsum os sacrum posita sit, intumescentia sacralis appellanda est. Haec intumescentia sacralis proprium quiddam ac peculiare offert, quod, uti in nulla alia animalium vertebratorum classe observatur, ita ex avium anatomia jam pridem cognitum habetur.

Etenim, si quis medullam spinalem arcubus vertebralibus auferendis denudaverit, in ea, pia matre intacta atque integra, inde a calamo scriptorio usque ad intumescentiam sacralem extrinsecus nullos sulcos neque ullam in funiculos divisionem sulcis effectam animadvertat. Solummodo, pia

matre a parte posteriore[1]) sublata atque abscissa, quum ejus processus, qui in fissuram posteriorem immergitur, hinc protrahatur, haec fissura in conspectum venit. Quae eadem res in parte anteriore observatur. Verumtamen inde ab intumescentiae sacralis initio fissura posterior, etiam pia matre integra, manifestius apparet, quo fit, ut posteriorem medullae spinalis massam in duos funiculos inter se separatos dividi luculentius cognoscatur. Qui duo funiculi partem inferiorem versus rursus alter ab altero discedentes, quum inferius denuo conjungantur, in ea regione, qua maxima adest intumescentia, lacunam, duobus incurvatis parietibus lateralibus inclusam, ad partem superiorem inferioremque in apicem exeuntem, efficiunt, quae lacuna in parte media latitudinem satis insignem praebet, nomineque sinus rhomboidalis appellatur. Haec lacuna nihil est aliud, nisi fissura posterior, quae latior latiorque facta jam oculis inermibus cerni potest. Simul medulla spinalis hoc loco complanatur, i. e. ejus diametros a parte dextra sinistrorsum extensa diametros a parte anteriore ad posteriorem pertinentes aliquanto superat. Qua in re etiam fissura anterior magis conspicua exsistit, quae dum ad medullae peripheriam latior evadit, funiculi anteriores tamen non pariter ac funiculi posteriores inter se discedentes sinum efformant, sed potius quasi planum efficiunt, in quo funiculi posteriores innitantur. Hic etiam sulcus lateralis posterior animadvertitur, qui quidem in aliis medullae spinalis locis non observatur, quippe in quibus nullus omnino sulcus, exceptis anteriore et posteriore, inveniatur. Ex hac fissura laterali magnus radicum nervorum posteriorum fasciculus proficiscitur.

---

1) Equidem voces, „in parte anteriore", „in parte posteriore", „supra", „infra" eadem significatione adhibendas esse censeo, qua, erecti hominis status ratione habita, dicuntur, hac maxime causa adductus, quod ita in medulla spinali contemplanda quasi familiariores et ad res facilius intelligendas accommodatiores sunt, quam si quis vocabulis iisdem utatur, medullae spinalis situm, qualis in animalibus est, respiciens.

Duo funiculi posteriores postquam infra sinum rhomboidalem conjunctionem inierunt, sulcus posterior tam conspicuum, ut etiam oculo non armato cognosci queat, ferme usque ad medullae finem sese exhibet, quod idem de sulco anteriore observatur. Sinus massa quadam pellucida atque gelatinosa impletur, quae, pia matre obducta, collis ad instar ex sulco prominet, partem superiorem inferioremque ac latera versus deplanata. Eadem tamen in omnes regiones aliquantulum spatii sub pia matre porrecta strati tenuissimi pellucidique speciem offert, posteriorem medullae spinalis faciem radicumque nervorum initia obtegens. Quae substantia si statu recenti microscopio submittitur, partim multifariam plicata atque fibrata cernitur, partim hyalina, cellulis nucleisque cellularum hic illic inspersis praedita ac multis vasis capillaribus penetrata, apparet, pulcherrimamque telae conjunctivae in primo evolutionis gradu positae imaginem nobis offert. Neque non cellae epitheliales magnae planaeque deprehenduntur, quae ad piam matrem, qua haec substantia obducitur, pertinent.

Quae ratio sane digna est, ad quam animi attentionem advertas, utpote quae jam ab initio nos admoneat, necesse esse, telam conjunctivam, quemadmodum hoc loco tanta copia reperta in medulla spinali constituenda partes suscipiat, ita in aliis quoque hujus organi regionibus ad ejus texturam conficiendam haud parum valere.

Inde ab intumescentia inferiore ad partem inferiorem versus medulla spinalis magis magisque extenuata denique in filum terminale transit, quód usque in extremum canalis spinalis finem porrigitur. Tota medullae spinalis longitudo, quum eam in ansere omnino adulto riteque evoluto emensus essem, cujus anseris pondus grammatum 3500 erat, 20″ paris. aequavit. Nervorum radices ex ea prodeuntes pollicem dimidium vel dodrantem pollicis par. altera ab altera distabant, quae quidem distantia in intumescentia cervicali minor cernebatur. Contra in intumescentia sacrali nervorum radi-

ces inter se confertissimae, altera ab altera non plus aliquot lineas distantes, e medulla spinali oriuntur. Etiam a filo terminali tres vel quattuor nervi coccygei proficisci videntur.

Filum terminale, si vere existimas, nomine medullae spinalis, proprio sensu dicto, appellari nequit, ut quod, quemadmodum jam oculis inermibus intuenti apparet, medulla omnino careat. Longitudo ejus in ansere fere $1\frac{1}{2}''$ paris. aequat. Filum terminale, a cujus initio jam color albidus medullae spinali peculiaris desinit, forma funiculi tenuis, colore cinereo imbuti paululumque splendentis, usque ad canalis finem decurrit, colore suo prope ad cineream medullae spinalis substantiam accedens. Nervos, qui ex hoc filo terminali proficiscuntur, funiculos separatos efficientes, juxta filum usque ad medullae initium persequi acubusque facile disjungere licet, qua ex re elucet, eos non ex ipso filo terminali originem ducere, sed ortum suum ex loco altiore repetere, quo fit, ut hoc loco quaedam caudae equinae species efficiatur.

Huic capiti brevem eorum descriptionem adjungendam esse judico, quae in medulla spinali ope acidi chromici indurata oculis nudis observare potuerim.

Medulla spinalis hoc modo praeparata primo adspectu eandem se praebet, atque statu recenti, eo tamen discrimine intercedente, quod jam substantia illa, quam supra descripsi, sinum rhomboidalem explens ideoque ad intumescentiam formandam plurimum conferens acido chromico corrugata non amplius massa hyalina gelatinaeque similis, sed potius substantia laxa facillimeque dilabens apparet, quae quidem colore simili, atque substantia medullae cinerea, tincta est.

In segmentis medullae induratae transversis non ita difficile est, coloris diversitatem, quae inter substantias albam cinereamque intercedit, plane cognoscere, neque non substantiam cineream, prout medulla magis minusve obdurata fuerit, limitibus magis minusve certis ac distinctis cir-

cumdatam vides. Porro in segmentis transversis ubique per totam medullae spinalis longitudinem canalem centralem adesse vel cernere vel conjicere licet, quippe qui, etiamsi oculis inermibus conspici nequeat, tamen eo cognosci possit, quod, leniore pressu ad medullam spinalem nondum nimis duram fragilemque exhibito, semper ex media substantiae cinereae parte fluidi, quod intravit, guttula emanat. Idem tum in fissura anteriore, tum in posteriore evenit, ita ut, has fissuras adesse, facile jam inde pateat.

Sectione transversim per intumescentiam sacralem facta, segmentum fissuram posteriorem in conspectum dat, quae in aliis medullae spinalis partibus ob exiguam, qua est, latitudinem vix animadvertitur, hic vero a medullae peripheria ad partem anteriorem tendere cernitur, massa laxiore, quam supra descripsi, impleta, quae substantiae cinereae colorem lucidum subfuscum, acidi chromici vi effectum, induit. Proxime pone canaliculum centralem fissura dilatata pelvis speciem prae se fert, quae pelvis et ipsa substantia illa laxa expletur, utrimque in substantiam cineream transeunte. Proxime ante canalem centralem substantia cinerea trianguli figuram praebet, cujus apex ad anteriorem medullae spinalis ambitum, basis ad canalem centralem spectat.

Has rationes paucis ac breviter commemorandas esse censui, quoniam vel oculis non armatis imaginum, quas segmenta transversa ope microscopii disquisita offerunt, quasi extrema lineamenta agnoscere, ac, quae earum indoles sit, interpretari et explicare licet.

Caput II.

Anatomia medullae spinalis microscopica.

Notationes generales.

Segmentum transversum ex avis medulla spinali acido chromico indurata petitum in universum eandem praebet imaginem, quam mammalium ranarumque medulla, ex quo tempore acidum chromicum ad praeparata induranda adhiberi coeptum est, jam saepius obtulit, quaeque a compluribus jam copiosius est exposita. Etenim avium quoque medulla discum praebet magis minusve circularem vel ovatum, cujus peripheria extrema pia matre, medullam arcte circumcingente, efficitur. Piae matri introrsum versus substantia alba, acidi chromici effectu jam colore intense fusco imbuta, contermina est, quae fibrarum longitudinalium transverse dissectarum lumina ostendit. In centrali annuli parte substantia cinerea, quae dicitur, acidi chromici vi colore lucido subfusco tincta, in avibus quoque tum partis mediae tum quattuor processuum inde exeuntium, quae cornua vocantur, adspectum nobis praebet. Ex hac substantia ad peripheriam versus, substantiam albam trajicientes, striae plurimae tenues radiorum ad instar, colore lucido tinctae, extenduntur, quas strias satis constat transeuntibus nervis vasisque cum tela conjunctiva efformari. Canaliculum centralem equidem per totam medullae spinalis longitudinem observavi, qui pro diversis medullae locis, ex quibus segmenta repetita fuerant, tum positione tum figura ac magnitudine maximopere variabatur. In universum tamen canaliculus centralis in avibus admodum anteriora versus promotus est, unde evenit, ut primo adspectu in substantia alba, inter duo anteriora cornua cinerea, situm obtinere videatur. Verumtamen sem-

per eum substantiae cinereae strato circumdatum vidi, quae partem posticam versus in reliquam massam cineream continuatim transit. Quod quum ita sit, substantia cinerea in linea media ad partem anticam ex utrisque interioribus cornuum anteriorum limitibus prominens quasi cornu anterius tertium, at id tamen perbreve, conformat, in cujus medio canaliculus centralis cum cellulis epithelialibus cylindraceis satis longis locum obtinet. Quae ratio tamen, imprimis in medulla colli observata, neutiquam per totum medullae spinalis decursum sibi constat, qua de re, quibus in partibus aliqua in conspectum veniat mutatio, suo loco diserte afferam. Pariter per totam medullae spinalis longitudinem fissuras tum anteriorem tum posteriorem cognoscere contigit. Fissuras alias, quibus funiculi laterales a funiculis anticis posticisque disterminentur, equidem, praeter posteriorem lateralem in intumescentia sacrali sitam, reperire non potui, unde efficitur, ut substantiae albae in complures funiculos divisio non exstet. Ceterum admonendum est, hanc divisionem in reliquis quoque animalibus vertebratis magis arte productam, quam natura factam esse. Sane, funiculos posteriores a reliqua substantia alba separatos esse, quum radices posteriores semper fasciculis singulis iisque magnis e substantia cinerea proveniant substantiamque albam penetrent, statuere possumus; at in parte anteriore dubium non est, quin ejusmodi disparatio prorsus desit, quoniam in avibus quoque anteriores nervorum radices multis parvisque fasciculis satis longum substantiae albae spatium trajiciunt.

Substantia cinerea quas tum formae tum aliarum rationum commutationes offert, eae in avibus omnino similes sunt illis, quas in mammalibus observarunt; de quibus quum *Clarke* [2]) descriptionem praeclaram uberrimamque in medium protulerit, equidem hanc rem brevius pertractare posse videor.

---

2) Philosophical Transactions for the year 1851, Part. II.

In infima medullae spinalis portione substantia cinerea massam offert irregulari modo rotundam, quae, circum canalem centralem posita, nullos omnino processus dimittit, anteriorum cornuum tantum vestigio apparente. Canalis centralis, cujus diametros longitudinalis a parte anteriore posticam versus extenditur, ambitui anteriori propius est situs, quam posteriori. Inde si sursum ad intumescentiam sacralem adscendas, cornua anteriora magis magisque evolvi et magnitudine accrescere cernas, dum cornua posteriora etiamtum massam cohaerentem constituunt, ita ut substantia gelatinosa sine intermissione continuo ex altero cornu posteriore ad alterum transeat. Qua in re tota massa et ambitu et volumine adaugetur, cellularum nervearum non ita magna multitudine inventa fasciculisque nervorum, qui substantiam penetrant, non ita insigni crassitudine praeditis.

Ulterius partem superiorem versus si progrediare, cornua posteriora vides manifestius manifestiusque ex reliqua massa cinerea se attollere, dum commissura posterior, quae vocatur, in linea media partem anteriorem versus inclinatur, convexitate ad canalem centralem conversa. Funiculi albi posteriores inter cornua posteriora cinerea irrumpunt eaque disjungunt. Quo ulterius ad partem superiorem ascendas, eo magis commissuram posteriorem ad partem anticam promoveri cernis, quoad cornua posteriora evoluta sint. Quae cornua fine instructa sunt clavae simili ac crassiore, unde nonnullae posteriorum radicum nervorum proveniunt rectaque ad sulcum lateralem, de quo supra mentionem injeci, se conferentes per eum e medulla spinali excedunt. Partem anteriorem versus cornua illa posteriora magis magisque extenuata veluti isthmo cum reliqua substantia cinerea continentur.

Quo magis autem commissura cinerea posterior ad partem anteriorem procedit, quoque plures majoresque nervorum fasciculi eam penetrant, eo magis substantiae gelatinosae ambitus deminuitur.

Simul etiam in cornibus anterioribus quaedam eveniunt commutationes. Namque eorum massa pro rata parte aliquanto magis augescit, finesque jam rotundati, dum antea potius ad partem anticam spectabant, nunc magis magisque ad latus convertuntur. Cellulae nerveae numero aliquanto accrescunt nervorumque fasciculi tum plures tum majores telam penetrant. Canaliculus centralis figuram efformat regulari modo ovatam, diametro longitudinali a parte dextra sinistrorsum conversa, idemque magis anteriora versus promotus pone ipsum triangulum, substantia cinerea formatum et cornus tertii nomine supra designatum, situm habet. In media intumescentia sacrali canaliculus centralis longitudine 0,034‴, latitudine 0,0189‴ par. est, epithelio 0,00189‴ aequante. Hoc loco commutationes modo memoratae ad summum fastigium evehuntur, quo facto, quo longius ad intumescentiam cervicalem progrediare, eo magis mutationes supra commemoratas ordine inverso fieri vides. Etenim substantia cinerea ambitu decrescit, et, dum cornua postica in unam massam coalescunt, anteriora ad partem anticam vertuntur. Et cellulae nerveae numero deminuuntur et tenuiores nervorum fasciculi emittuntur. Ceterum substantia formam, qua ante erat, conservat, nunc quoque partem centralem, quae longa et angusta est, et quattuor cornua offerens, neque, uti in infimo medullae fine, massam irregulari modo rotundam efficiens. Canaliculus centralis, qui etiamnum valde ad partem anteriorem conversus cernitur, figuram ovatam praebet, diametro longitudinali a parte antica ad posteriorem versa.

Inde a regione media inter duas intumescentias interposita ad intumescentiam cervicalem commutationes, quas priores descripsi, denuo exsistunt, ita ut substantia cinerea in intumescentia cervicali in universum eandem praebeat imaginem, quam in intumescentia sacrali, eo tamen discrimine observato, quod ejus massa in illa non tanta cernitur, neque tam magna cellularum multitudine neque tantis nervorum fasciculis inventis. Canaliculus centralis, cujus dia-

metros longitudinalis a parte antica ad posteriorem tendit, hoc loco longitudine 0,053''', latitudine 0,018''' par. est, epithelio 0,0075''' par. aequante.

Inde ab intumescentia cervicali usque ad medullam oblongatam rursus eaedem animadvertuntur permutationes, ita ut duae intumescentiae locusque, quo transitus in medullam oblongatam fit, nècnon hujus medullae oblongatae initium ipsum, si a quibusdam minoribus formae diversitatibus discesseris, in universum eandem imaginem praebeant. Forma, qua substantia cinerea in inferiore medullae oblongatae fine instructa est, aptissime cum duobus extensarum papilionum alarum paribus comparari potest, cornibus posteris in hac regione maximopere ad partem externam inflexis. Figura, quam substantia cinerea in medulla colli media prae se fert, cum calicis ex obliquo spectatae forma optime conferri potest, cujus pes duobus cornibus posticis in unam massam coalitis, manubrium parte media longa angustaque, poculum duobus cornibus anterioribus simulatur.

Canaliculus centralis formam ovatam servat, diametro longitudinali a parte anteriore ad posticam conversa, fineque acutiore ad anteriorem medullae spinalis ambitum spectante. Inde ab intumescentia cervicali usque ad mediam colli medullam canalis centralis deminuitur, hinc rursum ad partem superiorem accrescens. In medulla oblongata canalis figura est ovata. Hic substantia cinerea tota partem posticam versus movetur, fissura anteriore magis magisque increscente, posteriore autem breviore brevioreque facta. Quae fissura posterior trianguli formam accipit, cujus apex anteriora spectat. Quo fit, ut canalis centralis etiam ad posteriorem medullae spinalis universae peripheriam propius admoveatur, simul tamen relativam positionem, quam intra substantiam cineream tenet, commutet, quippe qui ab interiore ejus margine magis magisque in ejus profundum partem posteriorem versus moveatur, distantia, quae inter canalem fissuraeque anterioris finem intercedit, magis adaucta,

dum intervallum inter canalem fissuramque posticam interpositum minuitur. Fissurae hujus apex canali obviam tendit, cui quum postremo conjungatur, triangulum efficitur, cujus apex, uti initio rotundatus est, ita postea acuminatur. Jam triangulum regulare, cellulis epithelialibus cylindraceis pulcherrime obductum, exsistit, quod est ventriculus quartus. Canaliculus centralis brevi spatio ante locum, quo in ventriculum transit, longitudine 0,0378‴, latitudine 0,0189‴ par. est, epithelio 0,0075‴ aequante.

Tela conjunctiva medullae spinalis.

Medullam spinalem majore ex parte duabus telis, nempe tela nervea et tela conjunctiva, compositam esse, nuper *C. Kupffer* in dissertatione sua inaugurali [3]) demonstravit, qua de causa, ne eadem iterum repetantur, meum esse non judico, ut rem ita se habere et ipse coarguam. Itaque satis esse existimo, si ea protulero, quae ad illius expositionem confirmandam in meis ipsius investigationibus observandi occasio fuerit.

Segmentum transversum satis tenue ex medulla spinali, ope acidi chromici indurata, petitum microscopio contemplantes medullae substantias acidi illius effectu coloribus diversis imbutas alteram juxta alteram positas cernimus. Pia mater substantiaque cinerea in parte interiore sita colorem aequabilem eumque lucidum subfuscum offerunt, qui alibi lucidior factus in colorem flavum abit, alibi fuscior cernitur, id quod inde dependet, utrum tela laxior sit, an densior. Maxime fusca substantia cinerea iis in locis apparet, in quibus nervorum fasciculi ipsam permeant. At, praeterquam colore, textura etiam, quemadmodum jam *Kupffer* monstravit, pia mater substantiaque cinerea pares sunt. Striae

---

3) De medullae spinalis textura, ratione imprimis habita indolis substantiae cineieae. Dorpati 1854.

fibraeque enim innumerae, in omnes regiones decurrentes interque sese decussatae et altera alteri implicitae, inter quas raro tantummodo fibrae limitibus distinctis ac regularibus circumdatae, per longius spatium porrectae, in conspectum veniunt, tum piae matris tum substantiae cinereae texturam constituunt. Inter fibras illas striasque vero substantia quaedam aequabilis atque hyalina conspicitur, in qua cellulae minores, quas *Kupffer* jam descripsit, animadverti possunt. Quae cellulae interdum processus dimittunt, quos inter se conjunctos esse videas. Haec tela eodem colore eademque texturae indole praedita, in substantiam medullae spinalis albidam transiens, inter fibrarum longitudinalium dissectarum lumina atque in lacunis substantiam albam penetrantibus deprehendi potest.

Si autem acidi sulphurici diluti guttulam in praeparatum adfundas, jam ejus colorem permutari cernas, quoniam, colore fusco prorsus evanescente, tum substantia cinerea tum alba colorem canum induunt, qui tamen in illa lucidior apparet, quam in posteriore. Jam telae turgescunt atque pellucidae evadunt. Qua in re et pia mater et substantia cinerea non solum eundem prae se ferunt colorem, verum etiam easdem omnino commutationes subeunt. Etenim utraque turgescit, utriusque fibrae striaeque minus manifestae sunt, in utraque substantia quaedam fundamentalis, pellucida atque hyalina, nucleis cellulisque et fibris irregulari modo inter se decussatis praedita, cognoscitur. Unde elucet, fibrarum illarum, quarum maxima antea adfuit multitudo, plurimas nihil aliud esse, nisi hujus substantiae fundamentalis structura carentis plicas, quae, massa ista turgescente, evanescant. Quo diutius acidi sulphurici effectus durat, eo dilucidiores mutationes modo memoratae exsistunt. Nam tela magis magisque turgescit, ac plicatura minus minusque conspicua exsistit, unde evenit, ut, si praeparatum, horis 24 vel 48 circumactis, consideres, magnas piae matris substantiaeque cinereae portiones, praesertim regionem circa canali-

culum centralem positam cornuumque posteriorum fines et processus a pia matre profectos, qui in fissuras se immergunt, omnino aequabiliter perlucere cernas.

E contrario fibrae nerveae, substantiam cineream permeantes, distincte planeque apparent, quae quidem neque acidi sulphurici vi diutius continuata quidquam subeunt mutationis, et, quo magis substantia cinerea indolem hyalinam induit, quoque magis striarum perturbatio, quae primo adspectu omnino inexplicabilis videtur, extricatur et expeditur, eo evidentius lineis extremis duplicibus prorsusque regularibus cinctae esse cognoscuntur. Fasciculi majores in fibras singulas inter se disjunctas dilabuntur, substantia illa, qua etiam hae in fasciculos conjunguntur, turgescente lacunisque inter fibras eo modo orientibus.

Quae quum ita sint, uti mea fert opinio, ex commutationibus aut similibus aut diversis, quas duae telae effectibus chemicis expositae subeant, optimo jure de earum natura aut pari aut diversa conclusiones effici possunt. Quodsi duarum telarum colorem omnino parem, ex acidi chromici vi exortum, respicias, et utramque earum, acido sulphurico agente, pari modo commutatam esse reputes, me judice, facere non possis, quin piam matrem substantiamque cineream pro telis omnino paribus habendas esse judices. Itaque, quum nemo adhuc fuerit, qui piam matrem pro nervorum complexu putaret, sed ea potius ab omni tempore a cunctis scrutatoribus consensu substantia conjunctiva sit existimata, etiam substantia medullae spinalis cinerea pro tela conjunctiva ducenda est. Si autem causas quaesieris, quibus adducti viri docti cineream medullae spinalis substantiam in universum pro nervea putaverint, eae quidem sola opinione ista praejudicata innituntur, qua omnes partes ipsam medullam spinalem constituentes nerveas esse arbitrabantur. Attamen disquisitiones ope microscopii institutae vix ullum docuerunt organum esse, in quo elementa morphologica ipsum conformantia directo alterum juxta alterum

posita sint, sed in omnibus potius elementa illa ope substantiae conjunctivae inter sese conjuncta esse videmus. Ergo jam per se vix statui queat, in solo centrali nervorum systemate hujus legis exceptionem observari, soloque in hoc systemate innumerabilem cellularum fibrarumque multitudinem, nullo alio adminiculo, praeterquam se ipsa, fultam, libere sine ullo vinculo congregatam atque confertam esse.

Nervorum spinalium radices e medulla spinali exeuntes substantiamque cineream, structurae anatomicae ratione habita, nullam inter se similitudinem ostendere, chemicisque effectibus expositas omnino diverso modo se habere, jam supra vidimus. Quodsi contendere volueris, substantiam cineream non esse, nisi telam nerveam, concedas oportet, duo nervorum genera omnino diversa exstare, quorum alterum prope ad telae conjunctivae similitudinem accedat. At tum rursus quaestio offertur, quidnam tela nervea, quid conjunctiva sit?

Si cui placuerit affirmare, substantiam medullae spinalis cineream natura nervea instructam esse, is quaenam sententiae suae argumenta adferre potest? Namque oportet signa anatomica diligentius exponat, quibus contingat, ut in casu tali dubio atque ambiguo substantias nerveam et conjunctivam inter se discernamus. Equidem sane facere non possum, quin me ejusmodi distinctione acquiescere posse negem, qua nunc in unaquaque fibra nervea, quamvis tenuissima sit, axis cylindrus dicatur agnosci posse, nunc contra credere vetemur, unquam contingere, ut in fibris nerveis tenuissimis axis cylindrum adesse monstremus. Telam conjunctivam vero diversissimas formas speciesque induere, cuivis est cognitum, unde sequitur, ex forma altera ad alterius dijudicationem neutiquam certam normam repeti posse. Ad nervos quod spectat, facilius est, certa quaedam signa in universum rata statuere, quae signa tamen quum viri docti non ubique tenuerint ac secuti sint, res nunc eo

deducta est, ut, prout cuique libuerit, elementa quaedam histologica modo ad nervos modo ad telam conjunctivam referantur.

Jam si quaesieris, quidnam sit tela conjunctiva, hujus quidem definitio talis proferri potuerit, ut, quidquid in organo aliquo ad telam ei propriam ac peculiarem non pertineat, tela conjunctiva dicatur; qua definitione posita, judicium facere poterimus, num tela aliqua pro conjunctiva habenda sit necne, licet ea diversissimas formas prae se ferat. Qua in re admonendum est, verba mea, id quod per se patet, accurate stricteque intelligenda esse. Nam procul ab eo absum, ut, quidquid exempli gratia praeter fibram muscularem in musculo inveniatur, telam conjunctivam esse contendam. Etenim in musculo etiam nervi atque vasa insunt, quae et ipsa telae sunt peculiares facileque tales esse cognoscuntur. Ad musculum per se autem neque nervi neque vasa pertinent, ideoque, quidquid, illis exceptis, in musculo praeter fibras musculares reperitur, pro tela conjunctiva habendum esse censeo. E contrario nomine fibrae nerveae solummodo eam fibram mihi videor appellare posse, in qua lineae extremae duplices, colore fusco tinctae, cursu regulari plerumque parallelo procedentes, et axis cylindrus cognosci queant. Qua in re cellularum processus in exceptione sunt, at ne hi quidem omni ex parte, quippe qui ipsi axis cylindri sint, semperque limites regulares ostendant, et, certas fibras formantes, per longius breviusve spatium observari possint, atque a circumjecta substantiae cinereae tela tam distincte disterminentur, ut nullo modo confundendi ansam praebere queant. Itaque hodie quidem, quoad contigerit, ut certiora fibrae nerveae signa inveniantur, hanc, quam proposui, distinctionem teneamus oportet.

Substantiae cinereae tela, quemadmodum jam supra admonui, continuo in substantiam albam extenditur, ubi quidem et fibras nerveas involvit et interstitia inter eas interjecta explet. Quae ratio tamen usque ad hunc diem non

eo, quo par est, modo a scrutatoribus respiciebatur. Namque in substantia alba describenda simpliciter de ejus fibris longitudinalibus, altera juxta alteram collocatis, verba facere solebant. A paucis tantum observatoribus, et planissime quidem a *Kupffer*, fibrae veluti in cubile tela conjunctiva conformatum immersae esse dicuntur. Jam eo, quod fibrae nerveae rotundae sunt ideoque, si altera juxta alteram sunt positae, lacunae oriantur necesse est, facillime adducimur, ut inter eas substantiam aliquam interpositam esse sumamus, qua lacunae illae impleantur. Quam rem si prius respexissent telamque, quae lacunis replendis inservit, in observationem vocavissent, sine dubio jam prius ad eum pervestigationum eventum pervenissent, ut substantiam cineream e tela conjunctiva consistere intelligerent.

Namque, quum substantiae illae et eadem sint indole anatomica et continuatim altera in alteram transeant, viri docti sibi facile persuadere potuissent, ambas unam eandemque telam esse. Qua in re quamquam non obliviscendum est, non ita longum temporis spatium esse, ex quo praeparata acido chromico indurata, in quibus omnes illae rationes tam evidenter planeque appareant, ad ejusmodi investigationes adhiberi coepta sint, tamen in recentibus quoque praeparatis intra substantiam albam inter fibras medullaeque globulos ex illis egressos manifestissime materia quaedam observatur, quae massae cinereae omnino parem sese exhibeat.

Verumtamen, praeterquam quod praeparata in acido chromico asservata jam statu non mutato has rationes satis dilucide ostendunt, eas re vera ita se habere, etiam ope acidi sulphurici demonstrare licet. Hoc enim acido in usum vocato, substantia alba antea omnino fusca, quae quidem species fibris nerveis altera satis prope alteram collocatis effecta est, jam colore lucidiore imbuta in universum intense cinerea exsistit, massa, quae inter fibras interposita est, turgescente eundemque colorem cinereum offerente,

quo substantia medullae spinalis cinerea excellit. Ceterum massae totius color idcirco intense cinereus manet, quod fibrae nerveae, quae colorem fuscum servant, telae interjectae praevalent. Qua tela turgescente, facile intelligitur, fibras inter sese discedere, quo facto, interstitia tela quadam ejus, quam supra descripsi, indolis expleta esse clare observes. Jam in segmentis transversis in uniuscujusque fibrae medio axis cylindrus lucidus, acidi sulphurici vi et effectu pellucens redditus, conspicitur, circa quem vagina medullaris colore fusco tincta admodumque friabilis situm obtinet. Cui aut linea circularis simplex, solitaria, nempe vagina primitiva, est, aut circum eam lineisque conjungentibus cum illa coalescens altera quoque animadvertitur linea extrema, quae, evidenter ad fibras juxta collocatas continuata, in extremos earum limites transit. Itaque in alba quoque medullae spinalis substantia tela quaedam cohaerens atque continua reperitur, lacunis, quae prope ad favorum similitudinem accedunt, instructa, in quas lacunas fibrae veluti immersae cernuntur. Circa unamquamque fibram ejusmodi stratum adesse, inde quam planissime cognoscere potui, quod saepe in segmenti microscopio subjecti margine figurae quaedam semirotundae in conspectum venerunt, ex quibus fibrarum nervearum segmenta exciderant.

Segmento per horas 24 vel 48 ad acidi sulphurici effectum exposito, propter omnium elementorum segmentum transversum constituentium relaxationem, quum jam pressio foliolo res microscopio submissas obtegente exhibita adjuvaretur, fibrarum substantiae albae segmenta plerumque in latere procubuerunt, quo facto, non amplius fibrarum lumina adspectui patent, sed ipsae, prout segmentum aut tenuius aut crassius factum est, nunc breviores nunc longiores directione longitudinali sunt positae, idque eum in modum, ut certae earum series confertim collocatae cernantur. — Quodsi nulla exstaret tela, quae fibras inter se copularet, illae non certis ordinibus, sed passim dispersae atque inter se dis-

junctae apparerent necesse foret. Quo accedit, quod tunc etiam massam quandam plane conspicere licet, qua fibra lineis fuscis circumdata cingitur. Acidi sulphurici effectu per complures dies continuato, fibrae illae, seriebus, per quas dispositae erant, dilapsis, singulae hic illic dispersae cernuntur, id quod inde dependet, quod tela, qua inter se nexae tenebantur, ad postremum destruitur. Quae eadem tela in lacunis, substantiam albam radiorum ad instar inde a substantia cinerea ad peripheriam versus permeantibus, cognoscitur. Acido sulphurico enim injecto, in compluribus harum lacunarum fibras nerveas porrigi luculenter apparet, dum in aliis vasa decurrunt, in aliis denique nullum telarum ejusmodi vestigium deprehendi potest, sed eae sola tela conjungente expletae cernuntur. Quae nihil aliud videntur esse, nisi parietes intergerini firmiores, inter majores fibrarum nervearum fasciculos interjecti.

Quae quum ita sint, tela, de qua disserimus, medullaeque spinalis substantia cinerea tum eandem prae se ferunt indolem anatomicam, tum, acidi sulphurici effectui expositae, easdem commutationes subeunt, nec non altera in alteram continuatim sine intermissione transeunt, quibus causis adductus, facere non possum, quin eas pro paribus vel potius pro una eademque tela habeam, nempe pro tela conjunctiva.

Piam matrem in fissuram anteriorem posticamque processus dimittere, satis inter omnes constat. Quorum processuum is, qui in fissuram anteriorem intrat, eo loco, quo e pia matre proficiscitur, basi lata instructus triangulum cruribus paribus praeditum conformat, cujus apice in fissuram prominente basique ex ipsa pia matre composita, in duobus angulis ad basim positis in segmento transverso vasorum dissectorum, directionem medullae spinalis longitudinalem sequentium, lumina conspiciuntur.

Ab hujus trianguli apice processus forma striae angustae usque ad fissurae fundum porrigitur, quae fissura semper nonnullo a canaliculo centrali intervallo finem capit.

Hoc loco ratio illa animadvertitur, quae primo a *Kupffer* in ranis observata ac descripta est. Etenim hic processus, de quo dicimus, in processus duos ad utramque partem in anteriora cornua cinerea tendentes diffinditur (fig. III., *l. l.*), qui ita utrimque fasciculos fibrarum longitudinalium ad anteriores substantiae albae funiculos pertinentium intercludunt, quo fit, ut hi funiculi intra substantiam cineream decursum tenere videantur. Qui funiculi, quum telae conjunctivae, quae directa piae matris continuatio est, copia majore trajecti sint, quam reliqua substantiae albae pars, speciem valde fuscam, quae huic peculiaris est, non offerunt. Hi processus ab initio tenues, telae densioris ideoque fuscioris, funiculos formantes ad cornua anteriora se extendunt, sensimque ac paulatim dilatati, denique in substantiam cineream, quacum postremo prorsus coalescunt, radiati transeunt. Praeterea a loco illo, quo processus diffinditur, in fissurae fundo pia mater speciem striae continuae prae se ferens ad partem posteriorem tendit, stratumque circulare formans canaliculum centralem circumdat. Hoc stratum, quod non est aliud, nisi commissura circularis a *Stilling* appellata, colore lucidiore, quam reliqua substantia cinerea, excellit, quippe quod e mera tela conjunctiva consistens neque nervos neque cellulas nerveas contineat. Idem tum pari colore tum eadem pelluciditate est, qua substantia gelatinosa.

Inde ab hoc strato canaliculum centralem circumcingente stria lucida continuo per substantiam cineream mediam ad partem posteriorem decurrit, quae a massa cinerea utrimque posita disparata denique in processum, quem pia mater in fissuram posticam emittit, transgreditur. In hac quoque portione media neque fibrae nerveae decurrunt, nec cellulae ullae in conspectum veniunt.

Piae matris processus, qui in fissura posteriore est, usque ad hujus fundum, ad commissuram cineream posteriorem, quae vocatur, se porrigit, ubi pariter diffissus utrimque in cornuum posteriorum margines transit. In linea

media hic processus in portionem lucidiorem, de qua mentionem injeci, transit, quae quidem portio quum usque ad canaliculum centralem extendatur, talis observatori offertur imago, ut pia mater, veluti funiculus continuus per totam medullam spinalem decurrens, eam plane in duo dimidia dividere videatur. Quae res eo haud parum affirmatur, quod rimae, quae in medulla spinali, per longius temporis spatium in acido chromico asservata, vel secando vel sponte exsistunt, semper in media medullae linea inde a fissura posteriore usque ad canalem centralem exoriuntur.

In hunc sulcum saepenumero particulas ejusdem telae, qua fissura posterior expletur, etiamtum prominere cernas. Quae rimae saepissime ad cornuum posteriorum margines internos continuantur, idque in illis potissimum locis, quibus piae matris processus intrant. Haec res maxime in intumescentia cervicali in oculos incurrit. In omnibus enim segmentis, quae ex hac intumescentia petiveram, inde a fissurae posterioris fundo usque ad canaliculum centralem rima talis apparuit. Ab initio quidem hoc inde evenisse putavi, quod acidi chromici effectus justo diutius continuatus esset, qua re semper massam admodum friabilem exsistere satis constat, attamen, si res ita sese habuisset, ceteram quoque medullae ejusdem massam aeque fragilem esse necesse fuisset, id quod neutiquam observare potui. Ex altera parte etiam e praeparatis talibus, quae in acidi chromici solutione tantum eo usque servata fuerant, quoad ea secare liceret, perraro segmentum obtinui, in quo nullum fissum adesset. Quin etiam oculis non armatis, inde a fissurae fundo usque ad canaliculum centralem striam fuscam porrigi, animadvertitur. Ope microscopii igitur pia mater fissuram intrinsecus vestiens ex altera parte in cornua anteriora reflecti, ex altera striae specie directo per rimam illam ad canaliculum centralem tendere atque in telam canalem circumcingentem abire cernitur. Discrimen vero, quod inter intumescentiam cervicalem ceterasque medullae spinalis portiones intercedit,

in eo est repositum, quod pia mater, dum in intumescentia cervicali, tela densiore sibi peculiari non mutata, per mediam substantiae cinereae partem decurrit, in reliquis medullae partibus magis cum substantiae cinereae tela coaluit ejusque indolem et ipsa accepit. Quam ob rem stratum, quo canalis centralis circumdatur, striaque ad partem posteriorem extensa translucida apparent, dum in intumescentia cervicali ipsius piae matris tela et fuscior et densior cognoscitur. Hic piae matris stria cum medulla spinali aeque laxo continetur connexu, atque in peripheria, unde pariter in secando se divellere solet.

Filum terminale, quod in avibus admodum breve tenueque cernitur, usque ad ultimum canalis spinalis finem porrigitur, ubi quidem nonnullis tenuissimis telae conjunctivae filis ossi connectitur.

Jam, quo loco externam ejus speciem descripsi, filum terminale nomine medullae spinalis non dicendum esse neque ex illo nervos originem capere commemoravi.

Si vero filum terminale cum funiculis nerveis, juxta illud decurrentibus, statu recenti microscopio submiseris, in funiculis lateralibus fibrarum nervearum lineis extremis fuscioribus tinctarum medullamque continentium fasciculos, tela conjunctiva involutos, plane animadvertas.

Qua in re filum terminale eandem omnino prae se fert speciem, quam tela conjunctiva nervum obvolvens, quippe quod inextricabile fibrarum diversissimis modis inter se decussatarum rete, interque eas telae conjunctivae cellulas, praetereaque telam elasticam pulcherrimam offerat. Saepe quidem imago microscopica crassos telae cujusdam densae striataeque funiculos ostendit; åt nunquam tamen fibra lineis extremis duplicibus regularibusque cincta, quam ulterius persequi liceat, in conspectum venit. Sunt potius striae plicaeque confertim positae, quae, si eas foliolo res microscopio submissas tegente pressaveris, satis insignem renisum in-

dolemque elasticam ostendunt. Idem, acido sulphurico infuso, cognoscitur, cujus vi quum tela post longius temporis spatium omnino evanescat, fibrae nerveae tanto luculentius sub adspectum cadunt. Si autem filum terminale per horas 24 acido acetico maceraveris, et ipsum turgescit striaeque fusciores magis minusve e conspectu abeunt. Funiculorum lateralium fibrae nerveae tum evidentius apparent; at in ipso filo terminali nulla aut fibra nervea aut cellula nervea adest. Equidem, quum etiam in fila terminalia ab hominibus bubusque desumpta inquisivissem, nusquam ullum aut cellularum aut fibrarum nervearum vestigium deprehendi.

Filum terminale acido chromico induratum, quum ob insignem, qua excellit, tenuitatem (namque finis ejus aeque est tenuis ac filum laneum) neque inter digitos teneri neque secari possit, solum per se ad investigationem vocari nequit. Qua causa permotus filum terminale substantiae, quae gutta percha dicitur, in collodio solutae indumento obduxi, quod, quum induruisset, adminiculo erat satis firmo.

In segmentis transversis filum terminale nihil aliud obtulit, nisi substantiae cinereae discum, pia matre circumdatum, quas duas telas iis in locis, in quibus fissurae sunt, alteram continuo in alteram transire plane animadverti. Ceterum pia mater telam densiorem solidioremque ac magis fibratam offert. Cellulae vel fibrae nerveae reperiri non possunt, neque substantiae gelatinosae ullum adest vestigium. Compluries in substantiae cinereae margine puncta coloris fusci catervatim posita observavi, quae eandem praebuere speciem ac fibrarum nervearum segmenta transversa. Quae species tamen quum acido sulphurico affuso pressuque exhibito evanesceret, jam eam tantummodo ex majore telae plicatura exortam fuisse apparuit. Qua de re filum terminale nihil est aliud, nisi substantiae cinereae continuatio, pia matre circumdata, ergo tela conjunctiva cum tela elastica commixta. In medio disco canaliculus centralis, cellulis suis epithelialibus instructus, situm obtinet.

Ulteriore ad partem superiorem decursu substantia alba sese applicat, prius tamen nullis cellulis inventis. Qua in re num fibrae cellulaeque simul initium capiant, equidem decernere non possum.

Substantia gelatinosa vero ibi demum cognoscitur, ubi nervorum radices substantiam cineream trajiciunt.

Nervea medullae spinalis elementa.

a. Cellulae.

Cellulae nerveae in praeparatis acido chromico induratis ex colore suo intense aurantio lineisque distinctis, quibus cinguntur, a tela circumjacente facile internoscuntur. Praeditae sunt nucleo fusco, substantiamque friabilem continent, ac superficiem striatam prae se ferunt. Quae imago ex nulla alia repetenda est causa, nisi ex substantiae, quae cellulis inest, corrugatione membranaque cellulari acido chromico plicata; namque cellula, si statu recenti inspicitur, talem speciem non praebet. Acido sulphurico affuso, quum cellula turgescat, adspectus ejus lineolis insignitus striatusque evanescit colorque flavus jam abit, quo facto, cellula aequabiliter lucida atque perspicua redditur nucleusque cum nucleolo evidentius apparet.

Cellulae nerveae, quae in avium medulla spinali reperiuntur, neque dispositione, neque forma aliisve ullis rationibus ab eis cellulis differunt, quae in aliis animalium vertebratorum classibus inventae saepiusque descriptae sunt.

Cellularum multitudo in avibus quoque nervorum inde prodeuntium copiae atque magnitudini respondet. Etenim, quo majores sunt nervi, eo major cellularum multitudo animadvertitur ac vice versa. In intumescentiis, praesertim in sacrali, innumerabilis earum multitudo reperitur.

Dispositio cellularum in avibus quoque talis est, ut in anterioribus cornuum anticorum finibus semper cellarum majorum caterva collocata sit. Nonnullo a medullae spinalis

intumescentiis intervallo in ejusmodi agminibus plerumque cellulae 5—6 ab utroque latere inveniuntur, dum in intumescentiis ipsis totum cornu anterius obtinent. Hic aliae majores, aliae minores cernuntur, quarum posteriores maxime canaliculum centralem versus adsunt. In intumescentiis cellulae longius, quam in aliis locis, in massam cineream, pone canaliculum centralem positam, extenduntur, sola linea media semper libera manente. Nonnullae earum ad cornuum posteriorum basim, i. e. eo loco, quo haec cornua cum substantiae cinereae corpore vel ejus parte media conjunguntur, adesse solent. In cornibus posterioribus autem nullae omnino cellulae nerveae conspiciuntur. Ubi quamquam interdum maculas flavas forma vel triangulari vel quadrangula praeditas observavi, quae primo adspectu pro cellulis haberi possent, tamen, praeterquam quod et nuclei deerant et nullos processus conspicuos cognoscere contigit, etiam acido sulphurico adjecto mihi persuasi, has maculas non esse nisi majores telae conjunctivae lacunas, acidi chromici solutione impletas ejusque colore imbutas. Porro hic illic cellulas veras, non ita exiguo ambitu nucleoque praeditas, animadverti, quae tamen et processibus carebant et formam omnino rotundam prae se ferebant neque peculiari cellularum nervearum colore tinctae erant; quibus ex causis jure ac merito mihi videbar concludere posse, eas non cellulas nerveas, sed tantum majores telae conjunctivae cellulas esse.

Cellularum nervearum figura ab nota illa forma triangula, magis minusve regulari, non discrepat. Attamen saepe mihi occasio oblata est cellulas observandi angulis quattuor vel quinque instructas, quin nonnunquam etiam sexangulas. In universum in avium quoque medulla spinali animadverti potest, cellulas, quo confertius sint positae, eo magis forma in longum porrecta excellere, quo fit, ut imprimis in intumescentia sacrali cellulae illae in longum extractae, triangulae, fusiformes reperiantur. Quae tamen in iis etiam locis haud desunt, in quibus cellularum turba non ita conferta cernitur,

unde apparet, in universum hoc respectu nullam regulam normamque omnino certam exstare.

Unaquaeque cellula processus suos dimittit, qui, uti eodem colore aurantio imbuti cernuntur, ita specie illa striata carent. Qui processus quum lineis distinctis omninoque regularibus circumdati sint, eos, siquidem segmentum satis tenue fuerit, per substantiae cinereae telam idque per longius breviusve spatium plane persequi licet. Ex unaquaque cellula ejusmodi processus tres vel quattuor vel quinque vel, id quod rarius observatur, sex proficiscuntur. Ceterum, quantum mea fert opinio, major processuum numerus pro normali videtur habendus esse; qui tamen idcirco non semper in conspectum venit, quod in medullae spinalis segmentis admodum tenuibus ideoque aptissimis cellulae non per totam extensionem suam neque cum omnibus, quos dimittunt, processibus contemplanti offeruntur. Quorum processuum quinam ulterior decursus esset, quique iis propositus esset finis, quamquam inter viros eruditos multum ac saepe disceptatum est, tamen ad hunc diem disquisitionum eventus omnino certus nondum contigit. Cujus rei causa maxime in eo est reposita, quod ejusmodi pervestigatio non modo magnis implicita est difficultatibus, verum etiam ejus eventus parum certus semper a casu potius dependet. Etenim, si reputaveris, processus in diversissimas regiones decurrere, facile est intellectu, in quavis sectione, cujus quidem directio nunquam omnino in nostra potestate sita est, plerosque eorum persecari ideoque perraro obtingere, ut unum ex iis per longius spatium vel ad ultimum ejus exitum persequi liceat. Quo accedit, quod, quum nunquam segmentum obtinere queas, cujus in omnibus partibus una eademque crassities sit, processus, quos in tenuissimis segmenti locis probe observare licet, in crassioribus ejus portionibus jam intuentis adspectum fugiunt. At momentum, quod plurimum offert difficultatis atque paene impedimento est, quominus hae rationes, de quibus agitur, penitus perspiciantur, saltem quod ad tres superiores anima-

lium vertebratorum classes attinet, in telae conjunctivae, ergo in substantiae cinereae, massa quaerendum est, quippe quae cellularum processus tam multimodis obtegat, ut nisi rarissimis in casibus, si fors ita tulerit, illos per longiora spatia persequi non obtingat. In piscibus autem, in quibus id momentum minus objicit impedimenti, jam contigit, ut cellularum processus in fibras nerveas marginibus fuscis instructas transire cellulasque alteram cum altera conjunctas esse omnino dilucide cognosceretur.

Quod ad avium medullam spinalem spectat, equidem nonnunquam cellularum processus, qui ad ipsum cornuum anteriorum marginem positi erant, in tales substantiae albae lacunas, in quibus fibrae nerveae decursum tenent, persequi potui, at nullo tamen in casu mihi certo monstrare licuit, processus in fibrarum nervearum axis cylindros directo transire.

Interdum vero, primum in segmento longitudinali, deinde in transverso etiam, certissime observare potui, cellulas binas ternasve processibus suis inter sese connexas esse. Qua in re, ut caveatur, ne errore deludare, maxima opus est cautione curaque. At acidum sulphuricum in his quoque quaestionibus subsidium est praeclarissimum. Saepe quidem cellulae tam prope altera alteri positae sunt, alteriusque processus usque ad alterius peripheriam aut ultra extenditur, saepe cellularum remotiorum processus ita alter super alterum tendunt vel utriusque fines ita inter se contingunt, ut imago offeratur, quae ad nexus directi speciem quam proxime accedat; at, acido sulphurico in usum vocato, quum tela turgescat, elementa, quae antea alterum juxta alterum sita erant, jam inter se discedunt, quo facto, utrum conjunctio inter ea exstet necne, luculenter apparet. Quodsi processus alter in alterum re vera transit, haec ratio jam evidenter conspicitur.

Hoc modo nonnunquam contigit, ut de nonnullarum cellularum inter se connexu quam certissime mihi persuaderem. Qua in re licet hanc conjunctionem non animad-

verterim, nisi inter cellulas unius ejusdemque medullae spinalis dimidii, nexu cellularum ad diversa medullae dimidia pertinentium nunquam clare observato, tamen conclusionibus ex analogia petendis non videor justo latiores attributurus esse limites, si de iis partibus, inter quas multarum rationum congruentiam exstare jam demonstratum sit [4]), etiam aliis in rebus, quae de altera evidentissime cognitae, de altera etiamnum incertae sint, ex analogia conclusiones deducendi potestatem nobis suppetere judicavero. Hoc maxime tum nobis concédendum esse videtur, si quando de principiis quibusdam quasi fundamentalibus agitur, quae in organi alicujus textura in diversis animalium ordinibus obtineant, neque adhuc, num in quavis eorum classe exstent, certis observationibus erutum est.

Qua causa adductus in ea sum sententia, ut et unius ejusdemque lateris et diversorum medullae spinalis dimidiorum cellulas inter se connexu constanti conjunctas esse censeam. Qua in re neutiquam negaverim, fieri posse, ut modus ac ratio, qua cellulae nexae sint, in diversis animalium vertebratorum classibus diversa sit atque in unaquaque classe propríam ac peculiarem prae se ferat speciem; attamen haec quaestio nunc quidem minus gravis videtur, quippe quae tum demum, quum de principio fundamentali, quo medullae spinalis constructio innititur, res ad liquidum perducta erit, nobis majoris momenti esse possit.

Eadem causa me permovet, ut omnes fibras nerveas e cellulis originem ducere, quum id in piscium medulla spinali demonstratum sit, in avibus quoque omni dubitatione exemptum esse arbitrer, quamvis talem fibrarum illarum ortum in avium medulla spinali non potuerim in meis ipsius observationibus cognoscere. Ceterum, praeterquam ex hac analogia, ex altera quoque ratione, e meis investigationibus petita, non immerito videor suspicari posse, in avibus etiam

4) conf. quae de cellulis in medulla spinali piscium inter se cohaerentibus *Owsjannikow* in dissertatione infra laudanda fusius exposuit.

fibras nerveas e cellulis oriri. Quae causa, infra, ubi de fibrarum decursu disseram, locus erit, quo diligentius exponatur. Denique admonendum est, cellularum processus non semper lineâ rectâ per substantiae cinereae telam protinus tendere, sed saepissime potius decursum flexuosum inire, interdumque etiam cursum habere ad instrumenti obturaculis suberinis extrahendis figuram prope accedentem, quem quidem ego in casibus paucioribus, at tum certissime, animadvertere potui.

Saepe fit, ut processus prope locum, quo e cellulis proficiscuntur, idque nunc minore nunc majore intervallo, in plures ramos dividantur. Quae divisio, ubi reperitur, plerumque dichotomia est; raro equidem trichotomiam observavi, quam tamen verisimile est in ulteriore processuum decursu saepius inveniri.

Quod ad processuum intra substantiam cineream fines attinet, ex iis, quae supra protuli, satis elucet, statui non posse, processus re vera in fines liberos exire. Qui enim videntur fines liberi, ii tantummodo, processuum continuitate dissecta, arte producti sunt. Quamquam enim *Koelliker* processus eum in modum diffindi contendit, ut tenuiores tenuioresque facti denique intra telam fines liberos habeant, tamen mihi quidem non oblata est occasio observandi, processus hoc modo extenuari atque acuminari, sed potius, ut in ortu suo e cellulis capiendo paulo crassiores sunt brevique post spatio paululum attenuantur, ita per totum decursum posteriorem aequabili crassitie praeditos esse vidi. Post diffissionem autem unusquisque processûs ramulus eadem est crassitudine, qua processus, ex quo exiit.

b. Fibrae.

Ad fibrarum nervearum in medulla spinali decursum et anatomi et physiologi jam pridem summam animorum attentionem adverterunt. Nam jure ac merito hic decursus quasi pro cardine disquisitionum ope microscopii de organo

illo instituendarum putatus est, quoniam, si fibrarum decursum jam penitus cognitum haberemus, tota medullae spinalis structura nobis perspicua atque dilucida esset. Attamen ad hunc finem assequendum necesse foret compertum haberemus, quae fibrae nerveae essent, quae non essent; nec non, quaenam inter cellulas fibrasque ratio intercederet, ad liquidum exploratum esse deberet; quae quaestiones tamen hucusque procul ab eo absunt, ut eo, quo par est, modo explicatae ac solutae credantur.

Equidem, quo descriptio mea facilior atque expeditior sit, medullam spinalem non veluti id organum contemplabor, ex quo nervi originem trahant, sed potius, in quo nervi desinant ac finiantur.

Quum modus ac ratio, qua nervorum spinalium radices avium medullae spinali inseruntur, ab iis, quae in aliis animalibus observata sunt, haud discrepent, equidem hujus rei descriptionem omittere posse videor. Quum vero fibrarum nervearum decursus ex imaginibus, quas segmenta transversa ex intumescentia sacrali petita offerunt, planissime cognosci queat, quumque, uti jam commemoravi, intumescentia sacralis in universum ad texturam medullae spinalis perspiciendam gravissimi momenti sit, haud alienum videtur, segmentum transversum, ex hac parte desumptum, subtilius uberiusque describere.

Qua in re lectorem benevolum moneo, ut externae intumescentiae sacralis speciei in universum descriptae meminerit, illamque descriptionem cum microscopica, quam nunc prolaturus sum, comparet, quoniam altera alteri quasi supplemento est, atque, altera probe cognita, alterius quoque intellectio ex parte adjuvatur.

Totum segmentum transversum figuram ovatam praebet, cujus diametros longitudinalis a parte dexrta sinistrorsum spectat. Substantia cinerea, si cum ceteris medullae spinalis portionibus comparetur, maximo ambitu praedita, angusto substantiae albae annulo ita est circumdata, ut ipsa

ab omnibus partibus fere ad disci peripheriam extendatur. In linea media, ubi quidem fissura anterior, hoc loco satis lata, in medullam spinalem porrigitur, anterior medullae peripheria arcum efformat ad partem posticam versus convexum. Ex altera parte triangulum e substantia cinerea consistens in fissuram anteriorem intrat, cujus trianguli apex quum ad peripheriam versus tendat, haec posterior a substantia cinerea in hoc loco perparvo intervallo distat. Quod triangulum commissuram anteriorem, quam infra fusius describam, efficit. Haec commissura ad partem posteriorem utrimque cum cornibus anterioribus posticisque angusto substantiae cinereae isthmo cohaeret. Cornua antica et longa et crassa ad anteriora atque ad latera vergunt, diversae magnitudinis cellulis impleta. Cornua posteriora autem in longum extracta in finibus suis, qui ad fissuram posteriorem lateralem conversi sunt, clavae in modum intumuerunt, dum in parte media longe angustiora apparent. Substantiae gelatinosae haud exiguus est ambitus. Satis prope post commissuram canaliculus centralis situs est, qui quidem tanquam in fissura postica, hoc loco ad canalem usque prominente, sedem obtinet. Pone canaliculum centralem commissuramque anteriorem fissura insigni latitudine praedita ad utrumque latus versus extenditur, quo fit, ut tota substantiae cinereae pars centralis post canaliculum centralem posita et commissura, quae vocatur, cinerea postica prorsus desit, atque cornua tum antica tum postica inter se non conjuncta sint nisi commissura anteriore. Partem posteriorem versus fissura eo paululum coarctatur, quod utrimque postici substantiae albae funiculi apparent. Attamen hîc funiculi lato inter se spatio disjuncti sunt, dum in aliis medullae spinalis regionibus alter proxime alterum siti cernuntur, solo tenui piae matris processu, qui in fissuram immergitur, inter se disparati. Unde elucet, discrimen, quod huic imagini cum iis, quae in aliis medullae spinalis regionibus offeruntur, intercedit, magnum atque insigne esse.

Ratio similis quamquam in intumescentia cervicali observatur, in qua quidem, uti supra exposui, piae matris processus usque ad canaliculum centralem progreditur, tamen hic in substantia cinerea vel non adest fissura proprie sic dicta, vel saltem angustissima est neque substantiam cineream ad latera versus propellit. In intumescentia sacrali autem pia mater ad medullae spinalis peripheriam supra fissuram porrigitur, nullum in eam processum dimittens, et tota fissura telâ illâ, de qua jam in externa intumescentiae sacralis specie describenda mentionem injeci, quaeque recenti statu ope microscopii disquisita pro tela conjunctiva in inferiore evolutionis gradu subsistente habenda esse videbatur, omnino expletur. Quae tela etiam, si acido chromico indurata est, eandem speciem offert.

Acidi effectu in universum nihil provocatur permutationis, nisi quod substantia illa corrugatur, cellulaeque, quum magna substantiae intercellularis copia ad minimam quantitatem deminuta sit, neque ejus plus restiterit, quam quantum ad cellulas inter se continendas atque interstitia, quae inter eas interjecta sunt, implenda sufficiat, altera alteri quam proxime admotae cernuntur. Cellulae ipsae magnae sunt nucleisque conspicuis instructae, plerumque forma rotunda praeditae, interdum et eo, quod inter se confertissime positae sunt, angulosae. Iis in locis, in quibus tela substantiae cinereae contermina est, striae conformantur ex altera tela in alteram transcurrentes; quae quidem res et ipsa documento est, ex quo eluceat, substantiam cineream cum tela illa continuatim cohaerentem non esse substantiam nerveam. Verumtamen connexus iste hîc tam laxus est, ut in secando plerumque tollatur; unde apparet, unicam firmam veramque duorum medullae spinalis dimidiorum conjunctionem commissura anteriore efformari. His locis, in quibus transitus fit, telae, quae fissuram replet, indolem anatomicam manifestum est prope ad substantiae cinereae similitudinem accedere. Hîc enim tela illa quasi gradu medio

inter infimam summamque telae conjunctivae in medulla spinali evolutionem posita videtur. Quum tela modo descripta hîc sine dubio substantiae cinereae, quae in aliis medullae spinalis regionibus pone canaliculum centralem situm obtinet, vice fungatur, jam liquet, substantiae posteriori naturam nerveam vindicari non posse, neque magis commissuram posteriorem, substantia nervea confectam, quae inter duo medullae spinalis dimidia lateralia intercedat, statuendam esse.

Telam conjunctivam in diversis medullae spinalis regionibus diversis evolutionis gradibus positam esse, quum eandem rationem tam saepe in aliis quoque organis observemus, sane non est, quod miremur.

In inferiore intumescentiae sacralis regione (fig. III.) funiculi posteriores denuo alter proxime alteri applicantur, atque pia mater denuo processum in fissuram angustam dimittit. Attamen pone canaliculum centralem eodem, quo supra descripsi, modo fissura rursus dilatatur (fig. III., *h.*), piaeque matris processus nondum directo ad canalem centralem usque porrigitur, sed spatium post eum positum etiamtum eandem, atque in media intumescentiae parte, imaginem praebet. Tela, quae illic fissuram explet, hîc quoque in eam intrat, eo tamen discrimine observato, quod spatium non totum repletur, sed singulae striae, ex cellulis vasisque deinceps collocatis consistentes, transcurrere cernuntur, inter quas quidem interstitia vacua relinquuntur. Quod spatium sensim ac paulatim deminuitur, telaque, qua expletur, magis magisque substantiae cinereae indolem accipiente, piae matris processus magis magisque ad partem anteriorem tendit ratioque solita rursus animadvertitur.

Radices nervorum anteriores, in complures fasciculos collectae, a regionibus diversis cornibus anterioribus inseruntur, ibique variis flexibus cellulas circumplecti videntur, connexu directo tamen non nisi rarissimis in casibus in conspectum veniente. Equidem admonendum esse censeo,

me semper etiam in substantia cinerea fibras medullam continentes lineisque extremis duplicibus circumdatas observavisse. Illa enim ratio in piscibus obvia, qua nudi axis cylindri demum vel eo loco, quo e medulla spinali excedunt, vel, id quod in ranis observatur, intra substantiam albam vagina medullari obvolvuntur, in avibus a me inventa non est. In his enim quonam loco quantoque a cellula intervallo haec obvolutio fiat, si quidem statuerimus cellulae processus formâ axis cylindrorum acceptâ in fibras intrare, neutiquam certo definiri potest. Singulas fibras ut toto, quem per substantiam cineream ineunt, decursu persequare, omnino fieri non potest. Namque non contingit nisi fasciculorum fibrarum magis minusve crassorum cursum cognoscere, qui fasciculi tamen et ipsi fere nunquam inde ab origine sua usque ad finem unum quasi continuum offerunt. E contrario ex innumeris solum imaginibus praesertimque ex illis, quae semper unam eandemque speciem prae se ferant, leges, quae in fibrarum decursu obtinent, perspicere atque intelligere licet.

Ex hisce imaginibus una, quae in plerisque segmentis ratione maxime regulari recurrere solebat, talis erat.

Radices nervorum anteriores, postquam in cornua cinerea anteriora ingressae cellularum catervas, quae in cornuum marginibus positae sunt, modis maxime variis circumplexae atque inter se, uti videtur, multimodis perplexae atque implicitae sunt, ut observatori opus reticulatum inextricabile praebeant, exiguo a substantiae cinereae margine intervallo desinunt. Quo facto, ad partem interiorem versus spatium quoddam subsequitur, in quo ingens cellarum magnarum multitudo inest. Hae cellulae semper unum processum ad partem externam radicum fasciculis obviam emittunt, altero partem interiorem versus ad canaliculum centralem tendente, tertioque ad partem posticam cornua posteriora versus abeunte. Ad internam harum cellularum agminatim positarum partem alii fibrarum tractus, radicum

fasciculorum, quos modo commemoravi, finibus eorumque crassitudini respondentes, initium capiunt, qui inde decursum suum ad canaliculum centralem versus persequuntur. Super hoc spatium cellulis obsitum non porriguntur nisi fibrae singulae. Quae ratio, si acidum sulphuricum adhibueris, manifestissime apparet, interstitio, quod e tela conjunctiva cellulisque in eam immersis consistit, pellucido facto, qua in re tantummodo singulas fibras illud spatium transire plane cognoscas. Ab utroque latere fibrarum fasciculi magni coloreque fusco imbuti in adspectum incurrunt.

Secundum cornûs anterioris marginem anticum interiorem crassus fibrarum fasciculus inde ab eo, quem dixi, loco ad partem internam, canaliculum centralem versus, extenditur; quem eundem decursum reliqui fibrarum tractus vel majores vel minores ineunt, qui, nonnullo inter se intervallo relicto, a latere atque in obliquum ex posteriore cornûs antici parte proficiscuntur. Qui fasciculi, in unam massam collecti, alter proxime alterum positi telaque conjunctiva cincti isthmum illum, de quo supra mentionem injeci, quique ante canaliculum centralem praetenditur, transeunt. Hoc loco fibrarum tractus cum fibris, quae ex altera parte proveniunt, decussantur, quae decussationis imago tam plana, tam perspicua est, ut vel primo adspectu quaevis dubitatio tollatur. Fibrae medullam continentes limitibusque distinctis colore fusco imbutis circumdatae tam variis modis inter se decussantur atque altera alteri implicantur, opusque reticulatum vel cancellatum tam lepidum pulchrumque constituunt, ut observantis oculi id non possint adspicere nisi summa cum voluptate. Saepe etiam obtingit, ut fibras singulas per hoc opus reticulatum ad alterum latus tendere cernas earumque in hac parte decursum per aliquod spatium sequi possis, usque dum e conspectu abeant.

In hac decussatione num semper certa quaedam regula, certa norma obtineat, propter infinitam fibrarum, quae altera vel supra alteram vel infra vel juxta decurrunt, mul-

titudinem plane internoscere non licet. Ceterum mihi quidem omnes fibrae in linea media inter se decussari videbantur; qua in re multi anguli laterales decussando formati inde repetendi sunt, quod fibrae, utrimque ab anteriore cornûs margine obliquo ad partem posticam decursu inito, hîc in linea media inter se decussatae jam in latere altero oblique ad partem anteriorem porriguntur, ibi ad aliquem fibrarum fasciculum se adjuncturae. Pariter fibrae a parte posteriore profectae oblique ad anteriora currunt, ibique decussatae decursum ulterius continuant. Hoc modo opus illud cancellatum efficitur.

Fibrarum primarum pleraeque, postquam substantiae cinereae isthmum trajecerunt, ad partem anteriorem reflexae proxime marginem taeniae, quam piae matris processus in fissura anteriore eo, quo diximus, modo divisus oblique ad partem posticam in substantiam cineream emittit, ad fissuram versus decurrunt, in eamque satis longe ad partem anteriorem ingressae, hîc, piae matris processum perforantes, cum fibris ex altero latere provenientibus decussantur. Angulus decussando effectus, quod ad fibras primas attinet, acutus est, dum fibrae, quae magis ad partem posteriorem decurrunt, angulo minus acuto inter se decussantur. Proxime canaliculum centralem fibrae perparum altera ad alteram inclinatae porriguntur, quo fit, ut earum directio prope ad lineae rectae similitudinem accedat. Quo modo substantiae cinereae triangulum, de quo mentionem intuli, efformatur, cujus trianguli apex in fissurae anterioris fundo situs est, basi ad canalem centralem conversa lateribusque piae matris processu in duo brachia diviso conformatis.

Haec regio idcirco colore cinereo tincta apparet, quod in ea permagna telae conjunctivae copia circum fibras est posita, piae matris processu, dum per opus reticulatum fibris effectum extenditur, ejus maculas (Maschen) explente eique multimodis implicato. Quo accedit, quod fibrae, si eas a latere adspicias, semper minus fuscae videntur, quam fibrarum transversim

dissectarum lumina, unde evenit, ut in praeparatis acido chromico induratis minus fusco, quam substantia alba, colore imbutae cernantur. Ceterum illis in locis, in quibus substantiae cinereae fibrae altera proxime alteri positae sunt, ita ut maculae retis vel minimae exsistant vel omnino evanescant, color etiam aliquanto fuscior apparet, prope ad substantiae albae, quae vocatur, colorem accedens. In operis reticulati maculis a lineae mediae latere et ad posteriorem commissurae marginem persaepe fibrarum longitudinalium persectarum lumina conspiciuntur.

Quam modo descripsi imaginem, ea ex medullae spinalis anserinae intumescentia sacrali repetita est. Ceterum cornicis medulla spinalis eandem offert imaginem, neque medulla a gallo domestico petita gravioris momenti diversitates praebet, nisi quod in hac posteriore fibrarum diversis directionibus inter se perplexarum decussatione opus cancellatum tale, quale adumbravi, non efficitur. Omnes fibrae potius ad partem anteriorem fissuram versus porrectae hîc inter se decussantur, quo fit, ut non exsistat nisi vertex.

Fibrarum illarum, quae ad partem anteriorem fissuram versus decurrentes hoc loco inter se decussantur, major pars in funiculum anteriorem album lateris alterius sese extendit, qua in re tamen in quovis fere praeparato mihi persuadere potui, has fibras decussatas saltem magna ex parte in substantia alba non manere, sed per eam transgressas ad cornua cinerea anteriora reflecti in eaque denuo intrare (fig. III., p.). Ubi quidem postquam per brevius spatium earum decursum persequi licuit, ad postremum e conspectu evanescunt. Hac fibrae substantiam albam aut in fasciculos collectae aut singulae ac solitariae permeant eodemque modo in substantiam cineream se recipiunt, vel, dum per anteriores substantiae albae fasciculos longitudinales decurrunt, cum radicum fasciculis, qui extrinsecus intrant, congrediuntur cum iisque in idem quasi cubile, tela conjunctiva formatum, immersae in substantiam cineream se conferunt.

Praeterea segmentum transversum ex intumescentia sacrali petitum altero quoque respectu contemplatione dignissimum est. In hoc enim ex posteriore angulo, quem fibrae commissuram formantes inter se decussando efficiunt, funiculum eadem latitudine praeditum eademque omnino tela compositum, quam piae matris processus ostendit, prominere canalemque centralem circumdare cernas. Haec tela ab ista, qua fissura expletur, et in quam ipsa prominet, maximopere discrepat, ac striata in eam transgreditur. Quod quum ita sit, piae matris in fissura anteriore processum directo ad canaliculum centralem porrigi fibrisque commissuras constituentibus perforari apparet. In intumescentia cervicali piam matrem, quae fissuram posteriorem explet, directo ad canaliculum centralem tendere videmus. Itaque in omnibus medullae spinalis locis, intumescentia sacrali excepta, ubi quidem pia mater ipsa in fissuram posteriorem non immergitur, duo piae matris processus circa canalem centralem inter se conjunguntur, quo facto, jam funiculum continuum efficientes, per totam medullam spinalem decurrunt, eamque in duo dimidia dividunt.

Quae fibrae decussatae commissuram anteriorem, quam dicunt, conformant, quae, ex quo primum innotuit, multum ac saepe in disceptationem vocata varias sortis vicissitudines jam subiit.

Alii enim scrutatores eam commissuram albidam esse dixerunt, alii contra cineream esse contendentes commissuram albam exstare omnino negaverunt, alii denique eam non ex fibris inter se decussatis, sed ex fibris parallelo decursu ab altero latere ad alterum porrectis consistere affirmaverunt. Equidem, quamquam et ipse interdum ejusmodi fibras inter se parallelas, praesertim inter eas, quae proxime canaliculum centralem altera paululum ad alteram inclinatae extenduntur, animadvertisse mihi visus eram, atque hoc loco secundam commissurae speciem adesse putaveram, unde conjeci, in aliis animalibus non nisi hanc alteram spe-

ciem inveniri posse, tamen, quum rem diligentius considerassem, semper has quoque fibras inter se decussari animadverti, meque ea tantum re in errorem inductum esse intellexi, quod fibrae illae tam parum altera ad alteram inclinantur, ut fere lineam rectam efficere videantur.

Kupffer in ranis piae matris fibras in fissura anteriore inter se decussari ait; seque hîc in commissura nullas fibras nerveas observare potuisse dicit. Quod verisimile est huic observatori ideo non contigisse, quia in ranis intra substantiam cineream solummodo nudi axis cylindri decurrunt, eosque ob eximiam, qua excellunt, tenuitatem in telae conjunctivae, qua involvuntur, massa nisi summa cum difficultate per longius spatium persequi non licet, id quod supra, quo loco de cellularum processibus, qui quidem fibrarum axis cylindri sunt, exposui, jam a me commemoratum est. E contrario in avibus hae fibrae inter se decussatae, quum et latae et limitibus fuscis circumdatae sint, non ita facile observatoris attentionem fugere possunt.

Equidem fibrarum commissuram anteriorem constituentium decussationem tantummodo in intumescentia sacrali et per aliquod spatium infra hanc intumescentiam, nec non in ea medullae spinalis portione, quae in medullam oblongatam transit, atque in hac medulla oblongata ipsa observare potui. Qua in re admonendum est, quamvis in omnes ceteras medullae spinalis regiones summa cum diligentia curaque inquisierim, atque hunc ipsum in finem pervestigationes susceperim, quamvis mihi persuasissimum fuerit, per totam medullae spinalis longitudinem ejus modi commissuram exstare, tamen, praeterquam in iis, quae commemoravi, locis, eam nusquam me reperire potuisse. Namque, licet in intumescentia cervicali nonnunquam fibras singulas ante canaliculum centralem eadem, qua fibrae inter se decussatae porriguntur, directione decurrere viderim, id quod tum demum, quum praeparatum per aliquod temporis spatium ad acidi sulphurici vim et effectum expositum fuerat, in observa-

tionem venit, tamen nunquam mihi occasio oblata est animadvertendi, has quoque fibras singulas inter se decussari.

At nihilo secius tamen commissuram anteriorem fibris decussatis effectam, quamquam in sola intumescentia sacrali et planissime expressa sit et facillime monstrari queat, in reliqua quoque medullae spinalis parte statuendam esse censuerim.

Etenim, ut de quibusdam causis physiologicis, quae hac in re argumentorum loco adferri potuerint, taceam, ubique in cinerea medullae spinalis substantia cellulae cum processibus totidem eadem directione decurrentibus, atque in intumescentia sacrali, adsunt, unde ea effici potest conclusio, finem his processibus propositum eundem esse, ideoque partem eorum commissurae efformandae inservire. Quod autem commissura in aliis medullae spinalis regionibus in conspectum non datur, ejus rei causa inde est repetenda, quod his locis, quemadmodum ex parva cellularum multitudine atque ex tenuibus, qui inde proficiscuntur, nervis elucet, omnino perexigua fibrarum copia per cineream medullae spinalis substantiam decurrit. Nervorum enim, licet eorum fibrae non decussentur, hac in re tamen idcirco ducenda est ratio, quod, uti cellularum multitudo, item commissurae crassities nervorum exeuntium crassitudini respondet.

Hoc loco igitur non modo commissura in conspectum non venit, verum etiam fibrarum tractus, in cornu cinereo anteriore decurrentes, quos in intumescentia sacrali adesse commemoravi, aut prorsus desunt aut saltem perraro inveniuntur; quo quidem in casu vel fibrae singulae vel fasciculi tenuissimi, qui semper post brevem decursum dissecti cernuntur, apparent. Supra jam dictum est, nervos, praeterquam in intumescentiis cervicali sacralique, semper amplis inter se intervallis relictis e medulla spinali prodire. In toto autem interstitio cellulae adsunt, ex quibus fibrae proficiscuntur, unde sequitur, ex altera parte necesse esse, ra-

dicum nervorum fibras, ut ad locum, unde nervus exit, perveniant, medullam spinalem directione admodum obliqua trajicere, quo fit, ut in segmento faciendo semper dissecentur earumque decursus observari nequeat. Ex altera parte, quum et fibrae commissuram constituentes observatorem fugiant, earum quoque rationem eandem esse necesse est. Qua in re verisimillimum est, intra totum spatium, inter loca, ex quibus duo nervi exeunt, interpositum, decussationem fieri, ut fibrae decursum obliquum ineant et singulae tantum in unaquaque planitie inter se decussari possint.

Quod autem in intumescentia cervicali, quamquam in hac aliquanto major fibrarum copia adest, quam extra intumescentias, tamen earum decussatio non observatur, hujus rei causa in eo tantummodo reposita est, quod spatium inter nervos exeuntes interjectum longe majus est, quam in intumescentia sacrali, ubi quidem, quum ingens fibrarum numerus in spatio tam angusto contineatur, in quovis segmento tum commissuram ipsam tum radicum nervearum fibras prodeuntes sub adspectum cadere necesse est. At, si quis tantum temporis insumere voluerit, ut complura medullae spinalis exemplaria per totam longitudinem gradatim ac pedetentim quum in segmentis transversis tum in obliquis perquirat, ei fortasse etiam in coarctatis medullae spinalis partibus commissuram invenire contingat. Ejusmodi rationibus igitur, quum tenues axis cylindri non confertim decurrant, ac decussatio fibrarum in diversis planitiebus fiat, causam allatam esse crediderim, cur *Kupffer* commissuram anteriorem in rana non repererit.

Quod autem ad finem commissurae propositum atque ad fibrarum inter se decussatarum originem decursumque attinet, observationes a me institutae, quantum mea fert opinio, ad controversiam de hac re dimirendam nonnihil conferre potuerint.

Jam supra, quo loco microscopicam commissurae imaginem descripsi, memoratum est, me fibras decussatas ple-

rumque per albos funiculos anteriores in substantiam cineream se recipere vidisse, quod idem *Schilling* [5]) in suis disquisitionibus animadvertit ac certissime pronuntiavit. Qua ex re idoneum repeti potest argumentum, ex quo sententiam illam falsam esse appareat, qua funiculi albi anteriores in commissura inter se decussari creduntur.

Neque magis fibras commissuram conformantes in nervorum radices transire observavi, unde elucet, fibrarum radicum nervearum decussationem prorsus non exstare. Itaque fibrae decussatae solummodò duobus medullae spinalis dimidiis ideoque ambobus corporis dimidiis inter se conjungendis inserviunt, fibrarum systema quasi intermedium inter nervos utrimque oriundos constituentes. Etenim ex alterius lateris cellulis exortae ad alterius cellulas tendunt, quae eaedem cellulae etiam radicum nervearum fibras dimittentes connexum duorum systematum fibrarum efficiunt. Imago a me descripta, quae tam constanter mihi oblata est, jam sola per se me adducit, ut talem rationem, qualem exposui, re vera exstare suspicer. Accedit praeterea, quod *Owsjannikow* [6]) investigationibus suis in piscibus hanc rationem exstare demonstravit. Fibrarum longitudinalium transversim dissectarum lumina inter retis commissurae maculas posita ad substantiae albae funiculos referenda sunt, qui quidem processûs piae matris brachiis a funiculis anterioribus dirimuntur, fibris, quae commissuram constituunt, inter eos intertextis.

His explanatis, jam per se intelligitur, totam controversiam, qua quaeritur, num commissura anterior alba an cinerea sit, prorsus inutilem et supervacaneam esse. Namque,

---

5) De medullae spinalis textura, ratione imprimis habita originis etc. Dissertat. inaugur. Dorpati 1852.

6) Disquisitiones de medullae spinalis textura imprimis in piscibus factitatae. Diss. inaugur. Dorpati 1854.

si quis commissuram illam albidam esse contenderit, eatenus vere dicit, quod ea, saltem in avibus, fibris nerveis, quae maxime ad substantiam albam pertinent, conformatur, quodque fibrae nerveae cinereae omnino non exstant. Si quis commissuram cineream esse dixerit, is et ipse sententiam suam eo fulcire poterit, quod in segmento transverso substantiae cinereae colorem prae se fert, quodque ex fibris est composita, quae ex cinerea substantia alterius medullae spinalis dimidii profectae in eandem alterius lateris massam transgrediuntur atque in substantia cinerea et oriuntur et finem capiunt.

Radices posteriores in unum fasciculum medium valde crassum nonnullosque fasciculos tenuiores a lateribus positos collectae in cornua posteriora intrant. Hic funiculos fuscos, e fibris medullam continentibus compositos, formantes arcubus leviter incurvatis per substantiam gelatinosam lucidam secundum cornuum fines ad partem mediam sese extenuantem decurrunt, ubi quidem in spatium angustum compelluntur. Quo fit, ut substantia cinerea in hac regione fusca atque opaca cernatur. Itaque substantia gelatinosa, quam vocant, eo solummodo oritur, quod fibrarum fasciculi in spatio ampliore alter ab altero separati decursum ineunt, tela, quae inter eos situm obtinet, lucida atque perspicua manente, id quod, quum media cornuum posteriorum pars colore fusco imbuta sit, tanto magis in oculos incurrit. Hoc solum discrimen est, quod inter substantiam gelatinosam totamque massam cineream intercedit; utraque enim non est, nisi tela conjunctiva. Namque substantiae cinereae pelluciditatem nunc majorem nunc minorem a nulla alia causa pendere, nisi a minore majoreve fibrarum nervearum multitudine aut laxius aut confertius posita, id etiam in cornibus anticis facile cognosci potest. Porro substantia gelatinosa in iis substantiae cinereae locis, ex quibus nervi parvi porriguntur, si cum universa massa cinerea comparetur, majore est ambitu, quam in intumescentiis cervicali sacralique. Denique in filo ter-

minali, in quo nullae omnino fibrae nerveae substantiam cineream permeant, substantiae gelatinosae discernendae locus non invenitur.

Cornuum posteriorum pars media colorem, quo tincta est, fusciorem etiam a maculis fuscis repetit, quae quidem non sunt nisi fibrarum longitudinalium lumina.

Inde quum radicum nervearum fibrae jam potestatem non faciant, decursum suum ulteriorem persequendi, ex hoc loco alios fibrarum fasciculos per cornuum basim ad partem anteriorem extendi cernas. Quarum fibrarum tractus crassissimus secundum marginem exteriorem decurrit, quem quidem tractum, postquam ad cornua anteriora usque persequi licuit, ibi in minores fasciculos fibrasque singulas dissolvi cognoscas, quae cursu ad partem anteriorem vel latus versus flexo ad cornuum anteriorum finem porriguntur. Quae fibrae quum flexibus admodum variis inter cellulas extendantur atque radicibus anterioribus implicari videantur, tanta fibrarum perturbatio exsistit, quam expedire aut extricare nullo modo contingat. Alii iique minores fibrarum tractus, per cornus posterioris partem mediam ac secundum ejus marginem internum ad partem anteriorem porrecti, ibi inter cellulas abeunt. Equidem nunquam aut fibras in funiculos albidos intrare aut fibras interiores per substantiam cineream pone canaliculum centralem ad alterum latus transeuntes commissuram efformare vidi. Argumentum vero maxime idoneum, ex quo talem nervorum commissuram posteriorem non exstare pateat, quemadmodum jam supra memoravi, intumescentia sacralis medullae spinalis avium nobis suppeditat, quippe in qua nullum inveniatur elementum, quod fibrae similitudinem referat. Quo accedit, quod, quum ne substantia cinerea quidem hic inveniatur, neque de commissura omnino neque de cinerea dici potest.

Quod ad illam quaestionem spectat, num posteriorum radicum nervearum fibrae ex cellulis originem capiant necne, equidem, quamvis talem earum ortum observationibus di-

rectis demonstrare non potuerim, tamen ob causas, quas saepius jam attuli, eum haud dubie statuendum esse existimo.

Lumina, quae in media cornuum parte cernuntur (fig. III., r.), dubium non est, quin ad radicum nervearum ipsarum fibras dissectas referenda sint; quippe quae in segmentis longitudinalibus medullam spinalem usque ad eum locum, quo nervus exit, oblique penetrare cognoscantur. Est autem perquam virisimile, eas, uti *Schilling* jam arbitratus est, intra substantiam cineream reflexas per aliquod spatium directione longitudinali currere, indeque, iterum flexas, transversim ulterius ad partem anteriorem tendere. Hanc enim sententiam veram esse, inde potissimum conjici potest, quod radicum nervearum fibrae, postquam in medullam intrarunt, subito desinunt, simulque fibrae longitudinales transversim dissectae apparent, quodque fibrae cum radicibus nullo connexu continuo junctae directione horizontali decursum ineunt. Equidem, quamquam in segmentis longitudinalibus interdum talem reflexionem animadvertisse mihi videor, tamen pro certo id ponere non ausim.

Fibras longitudinales substantiae albae et ipsas e cellulis originem ducere, in piscibus quidem jam demonstratum est; at equidem, quamvis in multis segmentis longitudinalibus hunc fibrarum ortum exquirere studuerim, nihil tamen certius observare potui. Si a filo terminali sursum adscendas, cellulas videas non prius apparere, quam ubi fibrae longitudinales initium ceperint. Qua quidem ex re quum certam inter cellulas fibrasque illas rationem intercedere admodum verisimile sit, equidem, etiam albae substantiae fibras longitudinales e cellulis originem trahere, statuendum esse judico.

In segmentis longitudinalibus, ex avium medulla spinali desumptis, nihil, quod ad fibrarum decursum illustrandum aliquid conferret, invenisse mihi videor. Sola enim com-

missura digna esse credatur, de qua mentionem inferam. Namque, si sectionem longitudinalem in intumescentia sacrali per duo cornua anteriora et commissuram institueris, fibrae commissuram constituentes, id quod per se intelligitur, in obliquum dissecantur atque lumina sua observanti offerunt. Sic igitur commissura e fibrarum transversim dissectarum luminibus altero juxta alterum collocatis consistit, eandemque, atque substantia alba, speciem praebet. Si inde in secando a parte anteriore posteriorem versus ad canaliculum centralem accesseris, jam, dummodo commissurae figuram, quae in segmento transverso apparuit, in memoriam revocaveris, facile perspici poterit, quo modo fiat, ut locus iste, quo fibrae in transversum dissectae continentur, latior latiorque exsistat. Ab utroque hujusce loci latere fibrarum longitudinalium fasciculi extenduntur, qui quidem non sunt alii nisi illi, quorum lumina segmento transverso in commissura conspicias. Neque enim linea recta porriguntur, sed incurvati atque flexuosi decurrunt, quippe qui, fibris transversis inter ipsos intertextis, a cursu recto avertantur. Hae fibrae transversae eaedem sunt, quae in segmento transverso e cornu anteriore per isthmum ad decussationis locum extendi cernuntur, et fibras longitudinales non semper directione omnino transversa, sed etiam in obliquum trajiciunt.

Caput III.

Investigationum de medulla spinali prolatarum eventus.

Quum jam medulla spinalis, qualem in omnibus animalium vertebratorum classibus se exhibet, in instituto physiologico, quod hic Dorpati est, via microscopica perquisita sit, et commentatio haec a me perscripta harum disquisitionum seriei nunc quidem finem quodammodo imponat, non alienum videbitur, si conclusiones, quae ex illis perscrutationibus deduci queant, paucis ac breviter complecti studuero.

1. Medulla spinalis ex duobus dimidiis inter se omnino disparatis consistit, quae sola commissura anteriore cohaerent; id quod intumescentia sacrali, qualis in avium medulla spinali observatur, evidentissime demonstratur. Quae duorum dimidiorum separatio atque conjunctio prima systematis nervosi centralis formatione atque evolutione innititur.

2. Separatio fissuris anteriore atque posteriore tela quadam piam matrem continuante expletis efficitur, quae pia mater continuo inde ab anteriore medullae spinalis ambitu usque ad posteriorem extenditur. Fissuram posteriorem exstare, nunc extra omnem dubitationis aleam positum est.

3. Fissura lateralis, et quidem lateralis posterior, solummodo in medullae spinalis avium intumescentia sacrali cernitur. In aliis medullae avium regionibus et in ceterorum animalium medulla spinali nullae regulares fissurae laterales exstant. Neque vero rimarum nunc latiorum nunc angustiorum, aut profundiorum aut planiorum, modo propius inter se positarum modo longius distantium multitudo in substantia alba deest, per quas partim piae matris cum

vasis processus in medullam spinalem inseruntur, partim fibrae nerveae ex illa proveniunt.

4. Cinerea medullae spinalis substantia per se telâ conjunctivâ consistit.

5. Substantia gelatinosa non est nisi tela conjunctiva.

6. Longitudinales substantiae albae fibrae pariter tela conjunctiva tenera conjunctae sunt.

7. Pia mater in substantiam cineream atque inter substantiae albae fibras continuatim transit.

8. Filum terminale telae conjunctivae funiculus est, e medulla spinali progrediens, qui, canaliculo centrali in medio posito, e pia matre substantiaque cinerea consistit.

9. Medulla spinalis e larga telae conjunctivae massa constat, quae tela in locis diversis diverso evolutionis gradu est posita. In eandem elementa medullae spinalis nervea immersa sunt.

10. In omnibus animalium vertebratorum ordinibus per totam medullae spinalis longitudinem canaliculus centralis porrigitur. Qui canalis neutiquam vacat, sed, uti verisimillimum videtur, fluido quodam, quod acido chromico coagulatur, impletus est, unde fit, ut saepe in segmento transverso canalis lumen vel ex parte vel totum massa quadam friabili expletum cernatur. Plerisque tamen in casibus, si quidem segmenta satis tenuia sunt, haec massa excidit, quo facto, canaliculus centralis vacuus apparet.

11. Canaliculus centralis epithelio cylindraceo intrinsecus obductus est.

12. Canaliculus centralis in diversis medullae spinalis partibus diversae est amplitudinis ac diversae formae.

13. Cellulae nerveae tantummodo in cornibus anterioribus reperiuntur, ac partem posteriorem versus usque in canaliculi centralis regionem extenduntur. In cornibus posterioribus nullae inveniuntur cellulae nerveae.

14. Cellularum numerus in diversis medullae spinalis

regionibus inventus semper nervorum prodeuntium multitudini atque crassitudini respondet.

15. Intra medullam spinalem tantum duo fibrarum genera decurrunt, nempe nudi axis cylindri ac fibrae medullam continentes. — Fibrae nerveae proprie cinereae et fibrae nerveae gelatinosae non exstant.

16. Omnes fibrae nerveae in medulla spinali decurrentes e cellulis originem capiunt. Quae sunt radicum nervearum anteriorum et posteriorum fibrae, substantiae albae fibrae longitudinales, ac fibrae commissuram constituentes.

17. Cellularum processus forma axis cylindrorum in fibras nerveas medullam continentes intrant.

18. Axis cylindri in diversis animalium ordinibus locis diversis vagina medullari involvuntur.

19. Radicum posteriorum nervorum spinalium fibrae, in nonnullos fasciculos majores collectae, ex medulla spinali proveniunt, dum radicum nervearum fibrae anteriores in fasciculos multos eosque minores ac dispersos dispositae prodeunt.

20. Inter duo medullae spinalis dimidia una tantum commissura intercedit, elementis nerveis conformata. Quae ante canalem centralem inter hunc sulcique longitudinalis anterioris fundum posita est. Commissura posterior quum non exstet, in nomine commissurae anterioris adjectivum superfluum est.

21. Fibrae commissuram constituentes cellulas ad duo medullae spinalis dimidia pertinentes ideoque haec dimidia ipsa inter se conjungunt.

22. In commissura fibrae ab utroque latere prodeuntes, nunc nudi axis cylindri nunc fibrae verae medullam continentes, inter se decussantur.

Jam si totam disquisitionum seriem perlustraverimus, facere non possumus, quin multa, quae tempore postero subtilius indaganda sint, etiamnum relinqui ingenue confiteamur. Etenim solis in piscibus ratio, quae inter cellulas fibrasque nerveas intercedit, certis observationibus comperta atque explorata est, dum in reliquis animalium vertebratorum ordinibus hae rationes, donec observationibus omnia ad liquidum perducta erunt, nunc quidem magis minusve in solis repositae sunt conjecturis. Peculiaris autem ratio, qua morphologica medullae spinalis elementa disposita sunt, ut rite ac perfecte perspiciatur, demum studium ad hujus organi evolutionem cognoscendam collatum nobis viam munire potest. Quam viam, omnium primo ab *Engel*, viro clarissimo, initam, utinam mox alii scrutatores ingrediantur, subsidiis, quae post illius aetatem in usum vocari coepta sunt, ad investigationes adhibitis. Quo plura autem in difficili hac provincia etiamnum in obscuro relicta sunt, eo magis adducor, ut conatui meo ad hanc quaestionem explicandam nonnihil conferendi lectoris benevoli indulgentiam atque clementiam expetam.

Explicatio tabulae.

Fig. I. Tela conjunctiva, quae fissuram posteriorem explet. Cellae magnae rotundae aut angulatae apparent. Per telam duo vasa decurrunt. In parte eorum cellulae sanguinis conspiciuntur.

Imago res centies amplificatas offert.

Fig. II. Segmentum transversum ex superiori intumescentiae sacralis parte petitum.

a. Fissura anterior cum piae matris processu, qui in illam immergitur.

b. Fissura posterior cum piae matris processu.

c. Lumina vasorum transverse dissectorum.

d. Cornu substantiae cinereae anterius.

e. Cornu substantiae cinereae posterius.

f. Substantia gelatinosa.

g. Funiculi substantiae albae, qui vocantur posteriores.

h. Fissurae posterioris usque ad canalem centralem porrectae dilatatio. Funiculi, qui in ea pontium ad instar extenduntur, vasis *i. i.* telaque conjunctiva striata, illa involvente, formantur; inter hos funiculos cellulae telae conjunctivae illius, quae in *fig. I.* proposita est, conspiciuntur.

k. Canaliculus centralis cum cellulis epithelialibus cylindraceis illum intrinsecus vestientibus.

l. Fasciculi, in quos piae matris processus fissuram anteriorem explens *a.* diffinditur. In utroque lumen vasis transverse dissecti *m.* cernitur.

n. Fasciculi, in quos piae matris processus in fissura posteriori *b.* dividitur.

o. Commissura anterior, trianguli formam praebens. Fibrarum

decussatio cernitur. Complures fibras *p.*, postquam decussatae sunt, per substantiam albam alterius lateris in cornu substantiae cinereae anterius se conferentes, persequi licet. Inter fibras inter se decussantes et in margine commissurae posteriori lumina fibrarum nervearum transverse dissectarum conspiciuntur.

q. Piae matris processus, qui usque ad canalem centralem decurrit eumque circumdat.

r. Lumina fibrarum longitudinalium transverse dissectarum, quae in cornu posteriori spectatori offeruntur.

s. Radices nervorum spinalium posteriores.

t. Radices nervorum anteriores.

Tota imago sub microscopio res quinquagies amplificante delineata est. Singulae autem in ea partes centies sunt amplificatae.

Contendo:

1. *Disquisitiones microscopicas praxi adhuc nihil profuisse.*
2. *Omnium morborum causam in sanguinis affectione repositam esse.*
3. *Experimenta centralis nervorum systematis partes dissecando facta nec earum functioni nec structurae quidquam lucis afferre posse.*
4. *Erysipelas contagiosum esse.*
5. *Medici pluris interesse, ut sanorum, quam ut aegrotorum pulsum cognoscat.*
6. *Therapiam solummodo empiria niti.*
7. *Venaesectionem in curanda inflammatione rejiciendam esse.*
8. *Morbum non exstare.*
9. *Valetudinem non exstare.*

Adnotatio I.

Hac dissertatione jam typis excusa, quum casu quodam adverso accidisset, ut delineationes perderentur, eas denuo confici oportuit. Verumtamen figura altera, quae cellulas diversis modis inter se conjunctas obtulerat, quales se in segmentis prosperrime effectis praebuerant, quum praeparata, ex quibus delineatae fuerant cellulae, jam deessent, restitui non potuit. Figura, quae in tabula nunc adjuncta numero II designatur, ante tertia fuit, qua de causa, si in dissertationis contextu ad fig. III lectores delegantur, nunc fig. II inspicienda est.

Nec facere possum, quin de altera quadam re mentionem injiciam. Delineatio enim, quae nunc exstat, non, uti prior illa, ex intumescentia sacrali anseris, sed gallinae, petita est. Quum vero lector benevolus facile animadversurus sit, descriptionem, in ipso dissertationis contextu exhibitam, quae mutata non est, cum delineatione prorsus congruere, satis elucet, ad modum, quo fibrae commissuram constituentes inter se decussentur decurrantque, quod attineat, inter medullam spinalem anseris gallinaeque non, uti in observationibus prius institutis visum, atque a me commemoratum sit (cf. pag. 42, haec verba: quam modo descripsi imaginem et seqq.) ullum discrimen intercedere.

Adnotatio II.

Pag. 38 versu 14 inde a parte superiore pro verbis *inferiore intumescentiae* etc. haec: *in superiore et inferiore intumescentiae* etc. legantur oportet.

FIG. II.

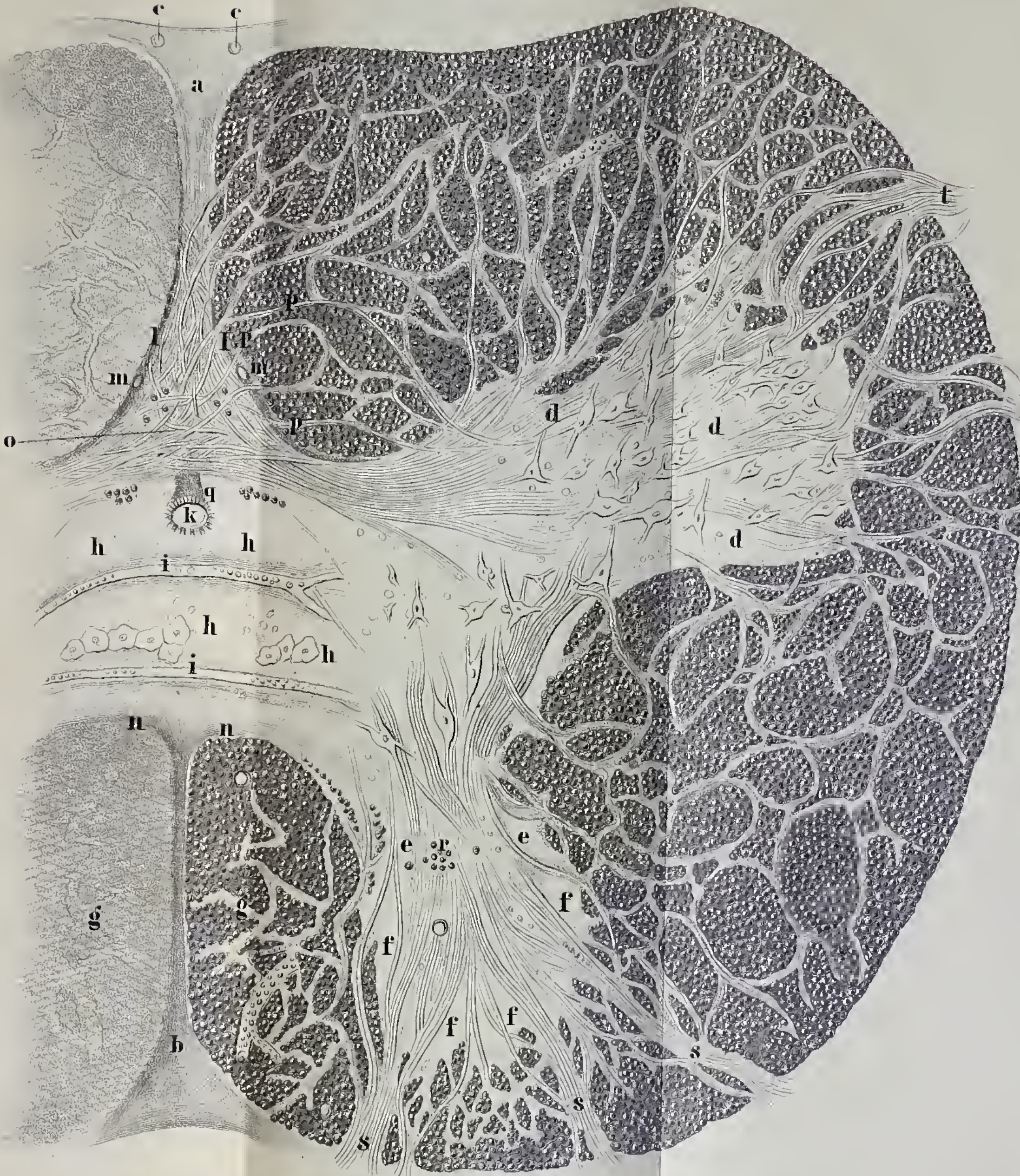


FIG. I.

